CENT MOISSONS

Direction générale de la recherche Agriculture Canada 1886–1986

Agriculture Canada

CENT MOISSONS

Direction générale de la recherche
Agriculture Canada
1886–1986

T.H. Anstey

Direction générale de la recherche
Agriculture Canada
Série historique nº 27
1986

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1986

En vente au Canada par l'entremise de nos

agents librairies agréés
et autres librairies

ou par la poste au :

Centre d'édition du gouvernement du Canada
Approvisionnements et Services Canada
Ottawa, Canada K1A 0S9

N° de catalogue A54-2/27F
ISBN 0-660-12036-4

Canada : 14,95 $
Étranger : 17,95 $

Prix sujet à changement sans avis préalable.

Données de catalogage avant publication (Canada)

Anstey, T.H.

Cent moissons : Direction générale de la recherche, Agriculture Canada, 1886-1986

(Série historique / Direction générale de la recherche, Agriculture Canada, ISSN 0823-2466 ; n° 27)

Publié aussi en anglais sous le titre : One hundred harvests.
Comprend des références bibliographiques et des index.
N° de cat. A54-2/27F
ISBN 0-660-91685-1

1. Canada. Agriculture Canada. Direction générale de la recherche —Histoire. 2. Stations agronomiques—Canada—Histoire.
I. Canada. Agriculture Canada. Direction générale de la recherche.
II. Titre. III. Série : Série historique (Canada. Agriculture Canada. Direction générale de la recherche) ; n° 27

S542.C32R4714 1986 354.710082'33042 C86-099201-2

Rédacteur-éditeur : Denis Sabourin
Arts graphiques : Carl Halchuk

Direction générale de la recherche • Agriculture Canada 1886–1986

Dr W. Saunders

Dr J.H. Grisdale

Dr C.G. Hewitt

Dr E.S. Archibald

Dr A. Gibson

Dr J.M. Swaine

Dr K.W. Neatby

Dr E.S. Hopkins

Dr C.H. Goulden

Dr R. Glen

Dr J.A. Anderson

Dr J.C. Woodward

Dr B.B. Migicovsky

Dr E.J. LeRoux

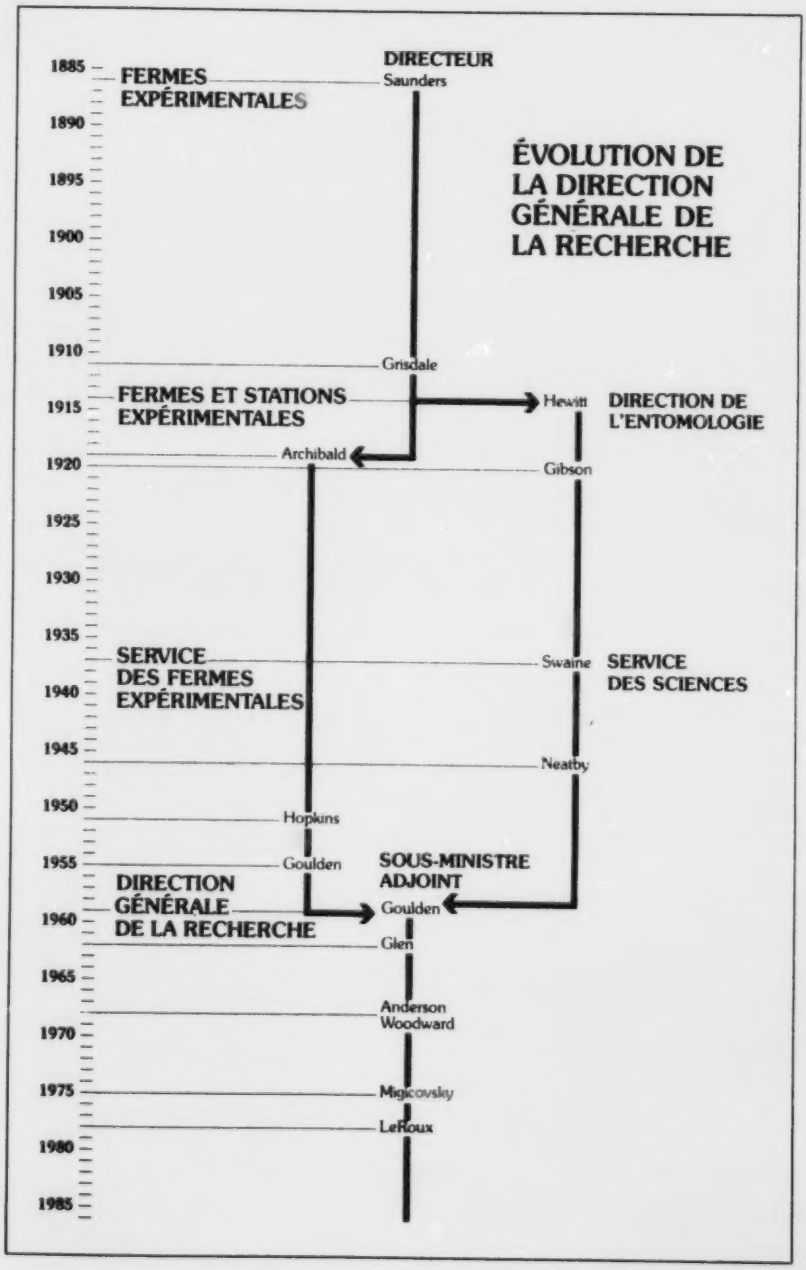

ÉVOLUTION DE LA DIRECTION GÉNÉRALE DE LA RECHERCHE
1885
1890
1895
1900
1905
1910
1915
1920
1925
1930
1935
1940
1945
1950
1955
1960
1965
1970
1975
1980
1985
FERMES EXPÉRIMENTALES
DIRECTEUR
Saunders
Grisdale
FERMES ET STATIONS EXPÉRIMENTALES
Hewitt
DIRECTION DE L'ENTOMOLOGIE
Archibald
Gibson
SERVICE DES FERMES EXPÉRIMENTALES
Swaine
SERVICE DES SCIENCES
Neatby
Hopkins
Goulden
SOUS-MINISTRE ADJOINT
DIRECTION GÉNÉRALE DE LA RECHERCHE
Goulden
Glen
Anderson
Woodward
Migicovsky
LeRoux

Table des matières

Frontispice iv
Avant-propos xiii
Préface xv

Partie I : Métamorphose

1. L'Acte concernant les stations agronomiques 3
2. Les cinq premières fermes expérimentales : 1886–1905 11
3. L'évolution des divisions : 1886–1913 21
   - Division de l'entomologie et de la botanique 21
   - Division de l'horticulture 24
   - Division de la chimie 26
   - Division de l'aviculture 28
   - Division des céréales 30
   - Division de l'agriculture 31
   - Division des tabacs 33
4. L'exploitation des stations expérimentales : 1906–1913 35
5. Les années de guerre et de sécheresse : 1914–1936 43
6. La Direction générale de l'entomologie : 1914–1936 55
   - Insectes nuisibles aux grandes cultures et aux jardins 56
   - Insectes nuisibles aux forêts 58
   - Répression des ravageurs étrangers 60
   - Entomologie systématique 62
   - Insectes nuisibles aux produits entreposés 63
7. L'évolution du Service des sciences : 1937–1958 65
   - Division de la bactériologie 68
   - Division de la botanique et de la phytopathologie 69
   - Division de la chimie 71
   - Division de l'entomologie 73
   - Division de la pathologie animale 74
   - Division de la protection des végétaux 74
   - Une nouvelle direction 75
   - Laboratoires régionaux 76
   - Division de la biologie forestière 80
   - Comités associés 81
   - Réalisations et collaboration 81
8. Les fermes et les stations expérimentales : 1937–1958 85
   - Horticulture 86
   - Stations de démonstration 87
   - Zootechnie 89
   - Prospection pédologique 89
   - Stations pépinières forestières 90
   - Laboratoires des fermes expérimentales 92
   - Effort de guerre 93
   - Stations du nord 94
   - Terre-Neuve 95
   - Le rythme s'accélère 95

9. La Direction de la recherche issue de la fusion de deux services 99
10. Les dix premières années de la Direction de la recherche : 1959–1968 105
11. La Direction générale de la recherche aujourd'hui : 1969–1985 113
Bibliographie : Partie I 126
Partie II : La science à l'œuvre
12. Le défi est relevé 131
Bibliographie 133
13. Études des sols 135
Prospection pédologique 135
La grande sécheresse 138
Rotation des cultures 143
Fertilisants 145
Éléments majeurs 145
azote 145
phosphore et potassium 148
Éléments secondaires 150
magnésium 150
soufre 151
Oligo-éléments 151
bore 151
manganèse 152
autres oligo-éléments 153
Amendements 153
chaux 153
fumier 155
paillis 156
Salinité 157
Terres endiguées 159
Sols tourbeux 160
Bibliographie 163
14. Recherche sur l'eau 169
Irrigation 169
Les Grandes plaines 169
Colombie-Britannique 171
Est canadien 172
Besoins en eau 173
Conservation de l'eau 174
Drainage 176
Bibliographie 179
15. Énergie 183
Serres 185
Carburant alcoolisé 186
Déchets animaux 187
Production de glace 188
Énergie des plantes 188
Tourbe 191
Bibliographie 193
16. Recherches zootechniques 195
Bovins laitiers 195

Insémination artificielle 196
Amélioration des races 197
Bovins de boucherie 199
Amélioration des races 199
Fourrage 204
Météorisation, maladie mortelle imprévisible 206
Nutrition 211
Oligo-éléments 211
Manganèse 211
Cuivre 211
Sélénium 212
Mycotoxines 214
Porcs 216
Race Lacombe 216
Classement des porcs 217
Moutons 218
Amélioration 219
Systèmes de production 221
Alimentation 223
Volaille 224
Production des œufs 224
Amélioration de la résistance aux maladies 226
Alimentation 227
Résistance des coquilles d'œufs 230
Renards argentés 232
Bibliographie 235
17. Recherche sur les productions végétales 241
Céréales 241
Blé 241
Résistance à la rouille 243
Résistance au cèphe du blé 245
Blé dur 245
Blé d'hiver 247
Avoine 248
Orge 252
Qualité des céréales 255
Colza canola 256
Soja 261
Maïs 264
Cultures fourragères 268
Légumineuses 269
Production de graines de luzerne 272
Graminées 275
Systèmes de production 277
Pomme de terre 279
Arboriculture fruitière 284
Plantes ornementales 290
Lis 290
Rosiers 291

Lilas 292
Rhododendrons 293
Pommetiers roses 293
Chrysanthèmes 294
Cultures secondaires 294
Lin et chanvre 294
Lin à graines 296
Tabac 297
L'agriculture dans le Nord 299
Bibliographie 302
18. Aide à la production 307
Répression des sauterelles et des criquets 307
Cèphe du blé 309
Lutte intégrée contre les insectes déprédateurs 311
Lutte biologique 313
Quatre insectes ravageurs des forêts 316
Tenthrède européenne de l'épinette 316
Scolytes birayés 317
Dendroctone du sapin de Douglas 318
Tordeuse des bourgeons de l'épinette 318
Insectes parasites du bétail 319
Larves parasites des bovins 319
Mouches noires 322
Galle verruqueuse de la pomme de terre 324
Pourriture des racines 326
Problèmes de transplantation de pêchers 326
Piétains 327
Virus phytopathogènes 329
Malherbologie 336
Mauvaises herbes aquatiques 340
Lutte biologique 340
Recherche sur les basses températures 342
Protection contre le froid 343
Autres tests sur la résistance au froid 344
Bibliographie 346
19. Recherche technique 355
Évolution des moyens de recherche 355
Équipement de culture en parcelles 356
Compteurs de graines 359
Cabinets de croissance 360
Moulin miniature 361
Essais de pâte 362
Saisie des données 363
Applications agricoles 363
Matériel de culture des légumes nains 364
Matériel de culture du chou-fleur 365
Matériel de culture des fraises 366
Pulvérisateur pneumatique à bas volume 366
Télédétection 367

Service des plans du Canada 369
Bâtiments agricoles 370
Bibliographie 372
20. Transformation, conservation et conditionnement des aliments 375
Entreposage des aliments frais 375
Irradiation 377
Désydratation 378
Aliments congelés 379
Purée de pommes de terre instantanée 380
Jus de fruits et vins 380
Aliments en conserve 382
Équipement de petites conserveries 383
Blanchiment 384
Cuiseur-refroidisseur Rolltherm 385
Inspection et classement 386
Conservation des oeufs 388
Produits laitiers 390
Farine de canola 391
Bibliographie 394
Partie III — Activités extramurales
21. Coopération 399
Engagement communautaire 399
Coopération fédérale-provinciale 401
Coopération avec les ministères provinciaux de l'Agriculture 401
Coopération avec les ministères provinciaux des Forêts 403
Coopération avec les facultés d'agriculture des universités provinciales 404
Le Conseil national de recherches du Canada 404
Les bureaux agricoles du Commonwealth 405
Organisation de coopération et de développement économiques 406
Coopération internationale 408
Coopération avec des pays industrialisés 408
Coopération avec des pays en développement 409
Bibliographie 411
Annexes
I Carte du Canada 414
II Ministres, sous-ministres et fonctionnaires responsables 417
III Extraits de documents marquants 452
1. Acte concernant les stations agronomiques 452
2. Formation de la Direction générale de la recherche 455
IV Résumé des dépenses et des effectifs — fermes expérimentales et établissements subséquents 460
Index des noms 465
Index des sujets 473

Avant-propos

Le présent ouvrage est consacré au Canada et à son développement, à des femmes et à des hommes courageux et motivés qui ont réussi à vaincre l'adversité. Il porte sur les promoteurs de l'agriculture, les ministres fédéraux et leurs équipes de chercheurs scientifiques et d'employés de soutien qui ont su mettre une mine de techniques à la disposition des agriculteurs et du secteur agro-alimentaire canadiens. «Cent moissons» a été rédigé pour célébrer le centenaire de la recherche sur la gestion des sols, la production végétale et animale, la protection, l'utilisation, la qualité et la transformation des aliments. Il décrit les modes d'organisation et d'application de la recherche scientifique, son rôle de moteur de la croissance du secteur agro-alimentaire de notre terre de glace et de neige.

Il y a trois ans, lorsque le projet de célébrer le centième anniversaire de la promulgation de la Loi concernant les stations agronomiques a été formulé, j'ai demandé au Dr T.H. Anstey, haut fonctionnaire de l'administration de la Direction générale de la recherche de rédiger cet historique. Réunir des documents sur le développement de la direction générale et choisir des exemples parmi les milliers d'activités de cet organisme de recherche national constituait une entreprise particulièrement importante. Le livre du Dr Anstey est une excellente réponse à ma demande.

La Direction générale de la recherche, dont les services s'étendent de Saint-Jean ouest (Terre-Neuve), à Saanichton (Colombie-Britannique), a aidé à unifier le pays en coopérant avec les agriculteurs et leurs fédérations, en conseillant les transformateurs d'aliments et leurs distributeurs, en travaillant avec les administrations provinciales et leurs ministères de l'Agriculture et en s'associant à des universités et à leur faculté d'agriculture. La direction générale est particulièrement fière de l'aide qu'elle a apportée au Manitoba et aux Territoires du Nord-Ouest aux premières heures de leur existence.

En 1941, Tom Anstey entreprend sa carrière à la Ferme expérimentale d'Agassiz, en Colombie-Britannique, comme étudiant travaillant l'été en horticulture. Après son service militaire outre-mer, détaché auprès de la 6e Division aéroportée de la Grande-Bretagne durant la Seconde Guerre mondiale, il retourne à Agassiz en 1946 à titre d'adjoint au directeur (horticulture), W.H. Hicks. En 1953, il est nommé directeur de la Station expérimentale de Summerland, en Colombie-Britannique. Après un échange d'un an avec le Dr C.J. Bishop, directeur à Kentville, en Nouvelle-Écosse, en 1958-1959, il devient le premier directeur de la Station de recherches de Lethbridge, en Alberta, où il dirige d'une main de maître la fusion des équipes du Service des sciences et de la ferme expérimentale. Le Dr Anstey arrive à Ottawa en 1969 à titre d'adjoint au directeur général (pour l'Ouest), assumant la responsabilité de l'exploitation de toutes les stations, de Winnipeg, au Manitoba, à Saanichton, en Colombie-Britannique. Dix années plus tard, après la décentralisation de la direction

générale, le Dr Anstey se joint à mon cabinet à titre d'adjoint spécial et de principal conseiller à la Recherche et au Développement international. Dans ce rôle, en plus de m'apporter son aide, il élabore le premier programme de coopération internationale entièrement planifié de la direction générale qui entretenait des rapports avec les principaux pays agricoles.

Le Dr Anstey a contribué énormément à la recherche avec ses travaux de sélection sur les fraises et le brocoli à Agassiz. Il a fait avancer la production fruitière dans la vallée de l'Okanagan, à Summerland, a favorisé et enseigné l'utilisation du traitement électronique des données lorsqu'il était directeur à Lethbridge. Ancien président et membre de l'Institut agricole du Canada, il est membre honoraire à vie de la Société canadienne des sciences horticoles. Il est également vice-président (honoraire) de la Commission internationale de l'irrigation et du drainage et a obtenu une prime au mérite de la Commission de la Fonction publique du Canada pour son travail auprès de cette Commission.

Je n'aurais pu trouver auteur plus motivé que le Dr Anstey pour cet historique de la Direction générale de la recherche. Il a consacré toute son énergie à la préparation de ce texte unique sur la recherche en agriculture au Canada. Grâce à 45 années de service, une solide connaissance de l'agriculture canadienne et des recherches scientifiques connexes et au vif intérêt qu'il leur porte, il était le plus apte à rédiger une description exhaustive du développement de la Direction générale de la recherche, de ses réalisations et de leurs répercussions sur l'agriculture canadienne.

Ottawa
Janvier 1986

Le Sous-ministre adjoint à la Recherche,

E.J. LeRoux

Préface

Les premières recherches en agriculture au Canada remontent à 1859 à Sainte-Anne-de-la-Pocatière, au Québec. En 1863, elles s'étendent au Collège vétérinaire de l'Ontario, puis en 1873 à l'École d'agriculture de l'Ontario. La Direction générale de la recherche du ministère canadien de l'agriculture est issue de l'instauration du réseau des fermes expérimentales, en 1886. Le réseau de recherche agricole aux niveaux industriel, universitaire, provincial et fédéral, qui s'est développé depuis, dessert un vaste segment de la population canadienne. Essentiellement, il profite à plus de Canadiens qu'aucun autre secteur de recherche puisque chacun doit pouvoir se procurer les aliments les plus nutritifs pour réaliser son plein épanouissement physique et mental.

À 119 ans, le Canada est l'un des plus jeunes pays au monde, au passé tout récent. Plusieurs organismes canadiens, nés peu après la Confédération, célèbrent leur centenaire au cours de ce dernier quart de siècle et font figure de vétérans dans le contexte nord-américain. La Direction générale de la recherche est fière de compter parmi eux.

La célébration de son centenaire est l'occasion rêvée pour une institution de retracer son histoire, et dans ce cas-ci, cette histoire est aussi un peu celle du Canada, de son administration et de son développement. Bien plus, elle se situe en fait au cœur même de son développement. Sans la Direction générale de la recherche, et le réseau des fermes expérimentales qui l'a précédée, les Grandes plaines de l'Ouest ne seraient pas devenues aussi rapidement l'un des principaux greniers du monde, et la balance commerciale du Canada ne serait probablement pas aussi favorable.

Le développement d'un pays repose sur l'utilisation rationnelle et judicieuse de ses ressources naturelles renouvelables. Pour nous, ces ressources sont nos forêts, nos pêcheries, nos eaux et notre agriculture. La Direction générale de la recherche s'est surtout intéressée à l'actualisation du potentiel agricole du Canada tout en contribuant à l'exploitation des forêts et à la préservation des ressources en eau.

L'histoire d'une institution, et particulièrement d'une institution dont le mandat est d'innover et de résoudre des problèmes, est essentiellement l'histoire des personnes qui y ont collaboré. Tout au long du présent ouvrage, nous apportons une attention particulière à ceux (malheureusement le manque d'espace nous empêche de les citer tous) qui ont le plus contribué au fonctionnement et au développement de la Direction générale de la recherche. L'éventail de portraits permettra au lecteur de prendre contact avec ces personnes imaginatives, déterminées et dévouées. Viennent au premier rang les ministres de l'agriculture; ils ont su convaincre le Parlement de la nécessité de créer des fermes expérimentales et n'ont cessé de les soutenir depuis; les sous-ministres et leur personnel, malgré d'autres problèmes pressants, qui ont perçu les bénéfices sociaux et financiers que l'agriculture et le Canada tout entier retireraient de

recherches fructueuses; les agriculteurs eux-mêmes qui ont eu le courage d'essayer des variétés et des techniques nouvelles, et leurs suggestions qui ont permis de régler de nombreux problèmes; les collègues dans les ministères provinciaux, les facultés et les collèges d'agriculture, qui ont accepté de partager largement leurs expériences; les chercheurs des stations agronomiques européennes qui ont critiqué de façon fort constructive les théories et les idées nouvelles qui leur paraissaient révolutionnaires; le personnel de soutien des fermes expérimentales, des stations, des laboratoires et des institutions, auquel les scientifiques ont appris à faire confiance; et enfin les scientifiques et les responsables dont les efforts sont fréquemment couronnés de succès, mais qui encaissent le blâme quand les solutions se font attendre.

Les stations de recherches et les fermes expérimentales, souvent appelées «La ferme» dans les localités où elles sont implantées au Canada, représentent différentes choses pour les divers secteurs de la population. Pour les agriculteurs et les agronomes, elles sont source d'information et de consultation; pour les

jardiniers locaux, des endroits où puiser en toute confiance des renseignements sur les mauvaises herbes et les insectes nuisibles; pour les commerçants locaux, une clientèle assez importante et constante; pour les organisateurs de congrès, une attraction pendant la floraison des pommiers ou des chrysanthèmes; pour les écoliers, le prolongement de leur cours de sciences naturelles ou un lieu de pique-nique et de randonnée le samedi; et pour beaucoup de scientifiques, techniciens, dactylos, manœuvres et artisans, un lieu de travail agréable.

Ce tableau historique se veut exotérique, à l'intention des non-initiés. Certes, pour situer la Direction générale de la recherche il faut aborder un éventail de sujets. Or, l'exposé qui vous est présenté n'a pas la prétention de faire la somme totale du développement progressif de l'organisation ni des recherches effectuées par le personnel. Une telle entreprise aurait demandé bien plus que les deux ans qui m'ont été impartis. J'espère que certains passages de ce livre inciteront quelques lecteurs à pousser plus avant la recherche et à parfaire l'étude que j'ai entreprise.

Au cours des longues heures passées à la bibliothèque centrale du ministère de l'Agriculture, aux archives de la Direction générale de la recherche et aux Archives publiques du Canada, j'ai pu compter sur l'aide de nombreuses personnes pour retrouver des documents rares. Trois des photos utilisées dans cette publication proviennent des Archives publiques du Canada (Dr W. Saunders (PA-136872), Dr A. Gibson (PA-140402), Dr K.W. Neatby (PA-139544). J'ai largement puisé dans les rapports publiés par la Direction générale de la recherche et les organismes qui l'ont précédée, sans toutefois les mentionner directement, ces documents n'étant pas accessibles à la plupart des lecteurs.

Nombreux sont ceux qui m'ont aidé et réconforté pendant la préparation de ce manuscrit, notamment : Dr E.J. LeRoux, sous-ministre adjoint (Recherche), qui m'a proposé de rédiger cet historique et m'a prodigué encouragements et conseils; Drs J.W. Morrison, J.J. Cartier et R.L. Halstead qui ont consenti à lire les premières ébauches du texte; Drs R. Glen, J.A. Anderson, H.K.C.A. Rasmussen, J.E. Andrews, A.A. Guitard et B.H. Whittle, qui, chacun à sa façon,

ont apporté une précieuse contribution: les directeurs généraux de chaque région, les directeurs de chaque station de recherches et, littéralement parlant, des douzaines de chercheurs qui m'ont donné librement de leur temps en me fournissant des documents de base et en examinant mes premiers manuscrits; M. J.P.F. Darisse qui a relu la version française; M[lle] B.P. Jack qui a prêté son concours précieux à l'étape de la recherche; M[me] S.V Balchin et M. D. Sabourin qui m'ont donné des avis compétents et réfléchis sur la préparation des versions anglaise et française. Je transmets à chacun d'entre eux mes sincères remerciements.

Enfin et surtout, je dois remercier ma femme Wynne. Elle m'a fait de nombreuses suggestions et a consacré beaucoup d'heures à me relire soigneusement. Nous avons eu d'agréables discussions sur des expériences vécues ensemble, que j'aborde dans cet historique. Elle m'a encouragé et aidé durant les deux ans et plus que j'ai consacrés à la recherche intensive et à la rédaction.

De l'autre côté de la rue, en face du bâtiment de la Ferme expérimentale centrale, où j'ai effectué la plus grande partie de ma recherche, s'élève l'Observatoire fédéral construit en 1902. Il se trouve sur la Ferme expérimentale centrale, sans en faire partie. Il est exploité par le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, avec lequel le ministère de l'Agriculture et en particulier certaines sections de la Direction générale de la recherche collaborent étroitement. On peut lire à l'extérieur de l'Observatoire une plaque commémorant le souvenir de Sir Sandford Fleming, l'ingénieur canadien qui a pris part aux travaux d'arpentage et de construction du chemin de fer Intercolonial et du chemin de fer Canadien Pacifique, qui a conçu le premier timbre postal canadien et qui a été l'un des premiers promoteurs de l'idée de l'heure normale.

À d'autres endroits de la Ferme expérimentale centrale se trouvent des plaques similaires honorant la mémoire d'autres Canadiens, nommément Macoun, Fletcher, Carling, Saunders (William et Sir Charles) et Neatby. Ces grands hommes ont su exploiter et faire fructifier une terre sauvage; ils ont pris une idée nouvelle et en ont fait un grand projet. Un jour, un autre ouvrage fera la chronique des événements du second siècle d'histoire canadienne; peut-on s'imaginer ce que ces pages raconteront?

Ottawa (Ontario)
1985

T.H. Anstey

PARTIE I
MÉTAMORPHOSE

Direction générale de la recherche
Agriculture Canada
1886–1986

Chapitre 1
L'Acte concernant les stations agronomiques

Bien avant que l'homme blanc n'occupe une partie quelconque de l'Amérique du Nord, à l'époque où le bison parcourt encore les prairies luxuriantes des plaines de l'Ouest, de nombreuses tribus indiennes, comme les Hurons, les Pétuns et les Neutres, s'adonnent déjà à une agriculture primitive. Les Indiens d'Amérique du Nord cultivent diverses plantes, notamment le maïs, le haricot, la courge, le tournesol, la tomate et le poivron.

L'arrivée et l'installation des Européens en Amérique du Nord plus d'un siècle avant la Confédération (1867), marquent déjà le début de l'exploitation agricole dans les régions connues plus tard sous les noms de Nouvelle-Écosse, Île-du-Prince-Édouard et Nouveau-Brunswick sur la côte est, Haut et Bas-Canada dans la vallée du Saint-Laurent, et sur la côte du Pacifique. À l'Île-du-Prince-Édouard, l'industrie de base est l'agriculture. En Nouvelle-Écosse et au Nouveau-Brunswick, les principales industries sont l'exploitation forestière, la construction navale et la pêche, sans pour autant empêcher la production agricole d'augmenter progressivement pour répondre aux besoins des autres secteurs. Dans le Bas-Canada (le Québec aujourd'hui), l'agriculture commence avec l'arrivée de Robert Giffard et de 100 colons en 1634, même si Louis Hébert cultivait déjà la terre à Québec depuis 1617. Environ 30 années plus tard, Jean Talon organise le régime foncier seigneurial qui assure la continuation de l'agriculture basée sur la relation bailleur et locataire. Après 200 ans, presque toutes les terres arables et facilement accessibles sont occupées. On encourage l'agriculture qui est pratiquée de façon intensive le long du Saint-Laurent. Dès 1802, dans le Haut-Canada (l'Ontario aujourd'hui) les exportations de blé et de farine dépassent un million de boisseaux (27 000 tonnes). Presque toutes les terres arables sont cultivées bien avant la Confédération. Sur la côte ouest, l'agriculture se limite surtout au bas de la vallée du Fraser et à l'Île Vancouver où elle répond aux besoins des populations locales. Les immigrants découvrent que dans ces régions colonisées ils peuvent généralement pratiquer les mêmes méthodes de culture qu'en Europe, parce que chaque région jouit d'un climat relativement humide, similaire à celui de leur région d'origine.

Le district d'Assiniboia, qui comprend la colonie de la rivière Rouge, devient officiellement partie intégrante du Canada en 1870 et prend le nom de Manitoba. À cette époque, il est largement autosuffisant en production alimentaire. Pourtant, des sauterelles ravagent fréquemment les cultures en été et des gels précoces en automne réduisent considérablement les approvisionnements de denrées en hiver. Cependant, jusqu'à l'établissement d'une liaison ferroviaire soit avec la côte est, soit avec la côte ouest, le Manitoba a peu d'occasions d'exporter son excédent de production, sauf aux États-Unis.

En 1884, commencent à arriver les wagons de colonisateurs venus de l'Est par la ligne partiellement achevée du chemin de fer du Canadien Pacifique. Ils viennent s'établir sur les «terres inoccupées» du Manitoba et des Territoires du Nord-Ouest (devenues plus tard la Saskatchewan et l'Alberta). Le romancier James Oliver Curwood y voit le «paradis terrestre». Les colons découvrent un pays au climat sec et hostile, très différent de ce qu'ils ont connu en Ontario, au Québec, dans les Maritimes ou en Europe (5). Étant donné qu'ils ne connaissent ni le sol ni le climat de cette nouvelle région et que leurs méthodes de culture ne sont pas appropriées, il faut établir à tout prix et immédiatement des fermes expérimentales.

Avant la Confédération (1867) et l'adoption de l'Acte de l'Amérique du Nord britannique (A.A.N.B.), et alors que les colonies britanniques situées au nord des États-Unis d'Amérique s'unissent pour former le Dominion du Canada, il existe un Bureau de l'Agriculture sous la responsabilité d'un ministre dans la province du Canada (antérieurement le Haut et le Bas-Canada, voir l'A.A.N.B. c. 6). L'Acte reconnaît la nécessité d'accorder des pouvoirs aux administrations fédérale et provinciales en matière d'agriculture et prévoit des dispositions à cet effet dans l'article 95. Cet article stipule que «... le Parlement du Canada pourra... faire des lois relatives à l'agriculture... dans toutes les provinces ou l'une quelconque d'entre elles;... toute loi de la Législation d'une province sur l'agriculture n'y aura d'effet qu'aussi longtemps... qu'elle ne sera pas incompatible avec l'une quelconque des lois du Parlement du Canada». L'article 93 stipule que «chaque province... pourra exclusivement légiférer sur l'éducation...». Il résulte de ces deux articles que les gouvernements provinciaux se réservent généralement le droit de s'occuper de l'enseignement et de la formation dans le domaine de l'agriculture et que le gouvernement fédéral assume la responsabilité de la recherche en agriculture sans en exclure toutefois les provinces.

Le ministère de l'Agriculture du Canada existe en vertu de la Loi sur le ministère de l'Agriculture qui est votée par le Parlement et reçoit la sanction royale le 22 mai 1868. En plus de l'agriculture, le ministre et son Ministère assument d'autres vastes responsabilités nationales, notamment dans les domaines suivants : immigration, hygiène publique, recensements et statistiques, brevets d'invention, droits d'auteur et marques de commerce. L'agriculture est censée être la principale responsabilité du Ministère. Le ministre, l'honorable J.-C. Chapais ainsi que son sous-ministre, Dr T.C. Taché, ne tardent pas à présenter à la Chambre des communes d'importants projets de loi pour la protection et l'amélioration de l'agriculture canadienne. L'un des premiers est une «Loi concernant les maladies contagieuses des animaux» votée en 1869. Cette loi donne à l'Inspecteur-vétérinaire-en-chef, le professeur Duncan McEachran, également doyen de la faculté de médecine de l'Université McGill (6), les pouvoirs nécessaires pour empêcher que des épizooties animales ne pénètrent au Canada. Actuellement, la législation en vigueur est connue sous le nom de Loi sur les maladies et la protection des animaux. Adoptée en 1977, cette loi continue de protéger le Canada contre les maladies animales les plus dangereuses.

En 1883, l'honorable J.H. Pope, ministre de l'Agriculture, inquiet de l'étendue de l'infestation parasitaire de la collection de semences qui revient de l'exposition de Philadelphie (12), nomme James Fletcher au poste d'entomologiste pour le Ministère. (En 1884, Fletcher lui-même s'inscrit à titre d'«entomologiste honoraire». L'expression «entomologiste du Dominion» n'est pas utilisée avant 1910.) On demande à Fletcher de conseiller les responsables sur les mesures à prendre pour empêcher que les insectes importés ne causent de graves problèmes au Canada. À cette époque, Fletcher travaille comme comptable à la bibliothèque du Parlement, mais il est également un entomologiste amateur avide de s'instruire dans ce domaine.

L'année qui suit la Confédération, le gouvernement fédéral acquiert les Territoires du Nord-Ouest de la Compagnie de la Baie d'Hudson. Des colons se déplacent graduellement vers ces grandes étendues de terres arables, mais le Ministère ne peut aider les nouveaux arrivants à prendre des décisions sur le choix des cultures ni sur les méthodes culturales. Préoccupé de cette situation, le Parlement met sur pied, le 30 janvier 1884, un Comité spécial de la Chambre des communes pour étudier les moyens susceptibles d'améliorer l'agriculture canadienne.

Le député G.A. Gigault est nommé président du Comité dont la première initiative est d'expédier un questionnaire à 1 500 Canadiens dont les noms sont suggérés par les membres du Comité. Celui-ci reçoit 385 réponses, certaines très détaillées. Le questionnaire comprend cinq questions précises que l'on trouvera en même temps que les réponses au tableau 1.1

Tableau 1.1 Questionnaire établi par le Comité Gigault

Question	Nombre de répondants		
Êtes-vous en faveur de la :	Pour	Contre	Pas de réponse
Création d'une ferme expérimentale?	278	64	43
Nomination d'un entomologiste?	198	117	70
Création d'un bureau central?	256	62	67
Création d'une section de statistiques?	211	74	100
Publication de manuels, rapports et bulletins?	255	48	82

Le Comité suggère la création d'une ferme expérimentale qui serait aménagée en jardin et où des variétés de céréales importées, des arbres et des fertilisants seraient mis à l'essai. Il suggère également que cette ferme expérimentale distribue par tout le pays des échantillons de semences et de plantes. Il propose, en outre, la création d'un bureau central pour recueillir des renseignements sur toutes les questions relatives à l'agriculture. Ce Bureau serait doté d'un personnel qualifié, capable de donner des conseils, d'entreprendre des expériences et de repérer les innovations qui ont été lancées dans d'autres pays et qui pourraient être introduites au Canada au profit de l'agriculture.

Au cours de huit réunions du Comité spécial, 14 témoins sont interrogés. Parmi eux se trouvent le professeur Penhallow, de la faculté de botanique du

Collège McGill; le professeur William Brown, du Collège d'agriculture de l'Ontario; A.M. Ross, commissaire de l'agriculture en Ontario; Charles Gibb, producteur de fruits à Abbotsford (Québec); et James Fletcher, entomologiste honoraire du ministère de l'Agriculture.

Le 21 mars 1884, le Comité présente ses conclusions au Parlement. Il recommande en particulier au gouvernement fédéral : 1) d'établir un Bureau central d'agriculture et, 2) de créer des fermes expérimentales qui seraient exploitées conjointement avec le Bureau central proposé. Le Bureau ferait partie du ministère de l'Agriculture et aurait comme mandat les objectifs suivants :

1. Introduire des plantes, déterminer la valeur comparative des engrais, éprouver les semences quant à leur pureté et à leur vitalité et vérifier l'état sanitaire des plantes et des animaux.
2. Étudier les méthodes de lutte contre les insectes et les maladies qui s'attaquent aux plantes et aux animaux.
3. Étudier les caractéristiques des diverses races d'animaux, la façon de les protéger contre les parasites et les maladies et la manière de bien les nourrir.
4. Recueillir des statistiques utiles.
5. Publier des bulletins d'information sur ce qui précède.

L'objectif d'établir des fermes expérimentales dans le but précis de renseigner les cultivateurs sur les méthodes de cultures courantes est à l'époque une idée relativement nouvelle en Amérique du Nord. La première station expérimentale bien organisée dans le monde est parrainée par Sir John Lawes. Établie à Harpenden, juste au nord de Londres, en Angleterre, en 1843, elle est appelée Rothamsted et on y fait souvent référence en la désignant comme la «mère des stations expérimentales». Neuf ans plus tard, en Allemagne, des agriculteurs se regroupent pour mettre à l'essai des plantes et des animaux sur une seule ferme plutôt que d'entreprendre des expériences individuelles. L'entreprise se développe au point de dépasser leurs capacités. Elle les amène à faire appel à l'aide de leur gouvernement. Celui-ci applaudit à leur initiative et encourage d'autres cultivateurs à se regrouper pour procéder à des expériences. En moins de 30 ans, c.-à-d. vers 1882, l'Allemagne est dotée d'un réseau de 80 stations expérimentales. Déjà en 1878, la France dispose de 43 stations agronomiques. On les considère aussi importantes pour les agriculteurs que le médecin pour les malades et l'avocat pour les cas litigieux. En 1857 la première station expérimentale agricole aux États-Unis voit le jour au Michigan. Cinq années plus tard, le gouvernement américain adopte la Loi Morrill établissant des collèges d'agriculture. Cependant, ce n'est qu'en 1887, avec l'adoption de la Loi Hatch, que l'on sanctionne l'octroie de terres pour la création de stations expérimentales.

Le 2 novembre 1885, le Parlement nomme William Saunders, professeur à l'Université Northwestern, à London (Ontario), pour approfondir la question. On lui demande de déterminer s'il est possible d'établir des fermes expérimentales au Canada. Saunders travaille rapidement puisque le 20 février 1886 il présente au Ministre, l'honorable John Carling, un rapport (34) où il fait état des conclusions de son enquête menée dans 33 États américains et quatre provinces canadiennes. Il y résume également la situation qui prévaut au minis-

tère fédéral de l'Agriculture et fait référence aux organisations établies en Europe. Les avantages tirés de la création de collèges d'agriculture aux États-Unis en vertu de la Loi Morrill ne justifient guère les dépenses qu'entraînerait l'établissement d'institutions similaires au Canada, à cette époque conclut-il. Par contre, il signale que les stations expérimentales agricoles rendent un immense service. Elles fournissent des renseignements et stimulent le progrès en agriculture à un coût presque nul. La prospérité canadienne étant tributaire de l'agriculture, Saunders recommande de consacrer sans tarder une somme raisonnable à la création de fermes expérimentales, et de différer la question de l'enseignement agricole dans les collèges.

Le rapport Saunders nous apprend que, déjà à cette époque, le Canada prend des initiatives dans les domaines de la formation et de l'expérimentation agricoles. Les fermiers de l'Île-du-Prince-Édouard forment une Société agricole en 1827 (8) dans le but d'importer des lignées supérieures de plusieurs espèces de bétail, initiative qui aboutit à la création d'une station gouvernementale d'élevage poursuivant le même objectif. Le Nouveau-Brunswick emboîte le pas et met sur pied une station gouvernementale d'élevage pour aider les agriculteurs à améliorer leurs troupeaux en leur fournissant des reproducteurs et des jeunes bovins. En réalité, c'est la *Society for Promoting Agriculture* (Société pour la promotion de l'agriculture), établie en Nouvelle-Écosse en novembre 1789 (1), qui est, croit-on, la première société organisée au Canada. En 1859, l'abbé Pilote fonde une école d'agriculture à Sainte-Anne-de-la-Pocatière (Québec). En 1912, cette école est affiliée à l'Université Laval, à Québec. Selon Reaman (34), le professeur George Buckland, émigrant écossais arrivé en 1851, enseigne à l'Université de Toronto la science et l'art de l'agriculture. En 1863, Andrew Smith fonde le Collège vétérinaire de l'Ontario. À l'instigation de John Carling, alors commissaire de l'agriculture en Ontario, on établit l'École d'agriculture de l'Ontario en 1873. On y entreprend certains travaux d'expérimentation avant de déménager à Guelph en 1874.

Le 22 avril 1886, l'honorable (plus tard Sir) John Carling, devenu ministre fédéral de l'Agriculture, soumet une proposition à savoir que la Chambre des communes «se forme en commission de la Chambre entière... pour examiner la résolution suivante...» Cette résolution habilite le gouvernement à créer des fermes expérimentales. La Chambre approuve la motion lui demandant de se constituer en commission. La question est cependant retardée jusqu'au retour du Ministre absent quelque temps pour cause de maladie. Le 30 avril 1886, le Ministre reprend la question, examine le travail du Comité spécial présidé par M. G.A. Gigault, député, et rappelle à la Chambre le mandat du professeur Saunders, chargé de visiter différentes stations expérimentales aux États-Unis et d'enquêter sur le fonctionnement d'institutions similaires en Angleterre, en Allemagne, en Russie et en France pour connaître la superficie de terres requise pour chaque station, leurs dépenses annuelles et les résultats de la recherche expérimentale. Son rapport (34) fait également état des observations recueillies sur les institutions visitées en Belgique, en Irlande, en Australie, en Hongrie, en Italie et au Japon. Le ministre affirme ensuite l'intention du gouvernement

d'installer une ferme principale ou centrale à la fois pour l'Ontario et le Québec, à proximité d'Ottawa, ainsi que quatre autres fermes à divers endroits au Canada. Selon la loi proposée (voir annexe III), l'une de ces quatre stations serait établie à l'Île-du-Prince-Édouard, en Nouvelle-Écosse ou au Nouveau-Brunswick, une autre au Manitoba, une troisième dans les Territoires du Nord-Ouest et une quatrième en Colombie-Britannique.

Des 16 parlementaires qui prennent la parole, pas un, de l'un ou l'autre des côtés de la Chambre, ne s'oppose à la résolution. Il faut se rappeler qu'à cette époque la moitié des hommes, et donc des électeurs, au Canada gagnent leur vie en travaillant la terre. Certains membres de l'opposition suggèrent de laisser aux gouvernements provinciaux le soin d'établir ces fermes, étant donné qu'ils connaissent mieux les problèmes dans leurs régions particulières. Ils pourront également, mieux qu'Ottawa, surveiller de près les activités de ces fermes. Un député déclare que le Canada a besoin de marchés plutôt que de travaux d'expérimentation pour accroître la production. Il poursuit en disant qu'«en général nos cultivateurs sont intelligents et connaissent leur métier... ils produisent beaucoup trop et ne sont pas suffisamment payés pour leurs produits».

Les autres intervenants appuient la résolution avec enthousiasme. Selon plusieurs d'entre eux, aucune des propositions présentées à la Chambre durant cette session n'est aussi importante que la résolution soumise par le ministre de l'Agriculture. D'aucuns définissent les problèmes qui méritent l'attention de la Chambre. Le plus fréquemment soulevé est celui de découvrir les meilleures espèces végétales qu'il faudrait produire en fonction des diverses conditions climatiques des cinq fermes expérimentales. Si chaque cultivateur connaissait la réponse à cette question, il n'aurait pas besoin de faire lui-même des expériences et ainsi risquer la perte d'une partie de la récolte de l'année advenant l'échec partiel de ses essais. Autre point d'intérêt : la plantation d'arbres qui serviraient à la fois de brise-vent et de bois d'œuvre. D'après ceux qui connaissent les conditions climatiques dans les Territoires du Nord-Ouest, la plantation de vastes peuplements d'arbres au Manitoba et dans les Territoires profiteraient énormément aux colons en leur procurant du bois et un abri contre le vent, en plus de contribuer même à adoucir la rigueur du climat. D'autres s'inquiètent de l'installation et du coût des clôtures et disent que les fermes expérimentales devraient mettre à l'essai plusieurs types d'arbustes pour identifier les meilleures variétés de haies. Le fumier, les engrais chimiques, les pâturages, la rotation des cultures, la valeur alimentaire des différentes espèces de plantes et l'époque de récolte des céréales sont autant de sujets qui donnent lieu à des discussions animées au Parlement. Cependant, la plus importante proposition faite à cette occasion est celle qui suggère la production du blé de printemps qui mûrirait avant le gel automnal au Manitoba et dans les Territoires du Nord-Ouest. De plus, ce blé de printemps devrait avoir une valeur boulangère améliorée. Un Parlementaire fait remarquer avec sagesse que, comme les fermes expérimentales doivent remplacer les essais entrepris dans chaque ferme, les cultivateurs doivent pouvoir se fier aux résultats.

Le 7 mai 1886, le projet de loi est déposé en deuxième lecture. Cette fois, huit députés seulement prennent la parole en plus du ministre de l'Agriculture. Les questions portent sur des détails : comment aménager les diverses fermes expérimentales, où les installer, les coûts d'installation et d'entretien. Le ministre verse aux débats de la Chambre les conclusions du Comité Gigault. Celles-ci, jointes aux recommandations de Saunders, forment la base du projet de loi 124, l'Acte concernant les stations agronomiques (voir annexe III). Quelques députés suggèrent encore une fois de confier aux gouvernements provinciaux la responsabilité de ces fermes ou bien de fournir à chaque cultivateur les semences nécessaires et de désigner dans chaque circonscription un cultivateur qui serait recommandé par le député de l'endroit et chargé d'entreprendre des essais conformément aux plans établis par le personnel du bureau central d'Ottawa. Cependant, aucune de ces suggestions n'est retenue et la Chambre décide d'adopter le projet de loi en deuxième lecture. Le 11 mai 1886, ont lieu la dernière lecture et l'adoption du projet de loi sous la gouverne du premier ministre, le très honorable Sir John A. Macdonald. Le 2 juin 1886, le Parlement est prorogé et le projet de loi 124 reçoit la sanction royale en même temps que beaucoup d'autres projets de loi et prend force de loi.

La Loi sur les stations agronomiques en vigueur aujourd'hui est la même que celle votée en 1886. Elle est si bien conçue qu'il a suffi de lui apporter quelques modifications mineures pour tenir compte des fermes expérimentales installées dans les provinces nouvellement constituées et pour faire des ajustements administratifs. Cette Loi a bien servi l'agriculture et le Canada. Elle donne aux ministres la liberté d'organiser les services en fonction de l'évolution des besoins, mais elle charge également les fonctionnaires et les scientifiques du Ministère de résoudre les problèmes au fur et à mesure qu'ils surviennent. Au début, la Loi répond aux exigences d'une agriculture qui est à l'époque du cheval, puis elle s'adapte sans changement à l'évolution mécanique et maintenant elle vit l'ère de la haute technologie. Depuis son adoption, douze sous-ministres ont veillé à la préparation annuelle de prévisions budgétaires pour financer les fermes expérimentales et vingt-et-un ministres les ont justifiées devant le Parlement. Après plusieurs réorganisations, le réseau des fermes expérimentales porte le nom de Direction générale de la recherche du ministère de l'Agriculture du Canada. Voici les expressions utilisées (souvent en y ajoutant le terme «Dominion») selon l'époque :

1886–1899 Stations agronomiques ou Réseau des fermes expérimentales,
1900–1910 Direction des fermes expérimentales,
1911–1937 Fermes expérimentales et stations expérimentales,
1938–1958 Service des fermes expérimentales, et
1959– Direction générale de la Recherche.

Chapitre 2
Les cinq premières fermes expérimentales 1886–1905

Les régisseurs des fermes expérimentales sont loin d'avoir été les premiers à entreprendre des projets de recherches agricoles au Canada. Avant 1886, de nombreux agriculteurs en Ontario avaient mis sur pied des entreprises prospères après une série de tâtonnements. MacEwan (29) décrit les essais et les expériences effectués à Winnipeg, dès 1882, sur diverses cultures et avec différentes machines par Archibald Wright, le premier fermier de l'Ouest à cultiver le mélilot pour le tanin de ses graines; il cultive toutes sortes de céréales; il expérimente la culture de la canne à sucre et des arachides et il importe du Minnesota des vaches laitières de race Holstein.

C'est avec beaucoup de soin et après mûre réflexion que le choix du site d'une ferme expérimentale centrale est fixé à Ottawa, en Ontario, et que des fermes expérimentales régionales sont établies à Nappan en Nouvelle-Écosse, à Brandon au Manitoba, à Indian Head dans les Territoires du Nord-Ouest et à Agassiz en Colombie-Britannique. Ces emplacements ont été choisis par le Dr William Saunders, directeur des nouvelles fermes expérimentales depuis octobre 1886. Une industrie agricole d'avant-garde s'est donc développée et a rayonné à partir de chaque ferme à mesure que les agriculteurs pouvaient constater les bénéfices découlant des nouvelles techniques mises à leur disposition.

William Saunders n'a que 12 ans en 1848, lorsque lui et sa famille quittent Devon, en Angleterre, pour s'installer à London, en Ontario. Ses dispositions pour les sciences se manifestent dès son jeune âge; après avoir terminé son stage de pharmacien, à l'âge de 19 ans, il ouvre sa propre pharmacie en 1855. Saunders se passionne également pour le jardinage. Les ravages causés à ses plantes par les insectes l'amène à s'intéresser à l'entomologie. En 1863, il participe à la création de la Société d'entomologie du Canada. Grâce à son intérêt et à ses connaissances dans le jardinage et l'entomologie, il est nommé, en 1874, membre de l'*American Society for the Advancement of Science* et, en 1881, membre de la Société royale du Canada. Son ouvrage remarquable, intitulé *Insects injurious to fruits*, publié en 1883, est demeuré pendant de nombreuses années la principale source de référence faisant autorité dans ce domaine.

Saunders expose au ministre de l'Agriculture certains détails de l'emplacement choisi pour la Ferme expérimentale centrale et sa valeur pour la recherche agricole. Le terrain est situé sur le côté sud de la route conduisant à Merivale, juste à l'ouest de la ville d'Ottawa dans le canton de Nepean. Le 25 juin 1908, ce tronçon de Merivale Road est baptisé avenue Carling (règlement 2777 de la ville

d'Ottawa). Parmi les caractéristiques énumérées par Saunders, mentionnons les points suivants :

a) la proximité de la frontière entre le Québec et l'Ontario dans le canton de Nepean;
b) la facilité d'accès par route, chemin de fer et voie navigable;
c) l'altitude plus élevée que les rivières Rideau et Outaouais, favorisant les conditions de drainage;
d) la variété des sols allant d'une argile lourde à un loam sableux, mais surtout sableux foncé de bonne qualité ou un loam argileux friable, offre des conditions idéales pour effectuer des expériences.

Les lots acquis auprès de quatorze propriétaires totalisent 466 acres (188 ha). Les plus grands sont les lots de J.R. Booth, acquis en 1886; de V. Hallat & J. Reid et T. Stackpole, acquis en 1887; Mary Fellows et J. Warnock, acquis en 1888. Les petits champs sont séparés par des clôtures consolidées avec des pierres qui serviront plus tard à former l'assise des chemins de la ferme. John
12 Fixter, le premier contremaître de la ferme fait dynamiter de 4 000 à 5 000 souches, et déraciner et brûler les repousses. Il dirige la pose de plus de 6 milles (environ 10 km) de tuiles et de tuyaux de drainage, parfois dans la roche brisée à la dynamite. Les clôtures sont mises en place et des travaux considérables de nivellement sont effectués pour empêcher l'amoncellement de la neige. En décembre 1887, toute la terre est labourée et préparée pour être cultivée l'année suivante, même si les titres des propriétés de Fellows et Warnock ne sont obtenus qu'en 1888.

Saunders fait ressortir l'avantage de l'implantation de la Ferme expérimentale centrale sur un sol presque vierge. Ainsi les expériences avec les engrais sur diverses cultures ne peuvent être faussées par des applications antérieures de fumier et diverses pratiques culturales. À la fin de la première année, on prépare des expériences avec du fumier de ferme à différents stades de décomposition et avec plusieurs sortes d'engrais phosphatés et azotés; on termine une carte topographique indiquant les futurs chemins, bâtiments, brise-vent et un arboretum. Au début de la première année on construit un bureau temporaire et un poste d'épreuve de semences, de même qu'un laboratoire temporaire pour le chimiste. Les écuries et les étables sont en chantier à la fin de 1887. Dès cette époque, Saunders envisage la création d'un musée agricole où les agriculteurs-visiteurs auront «la possibilité de comparer les nombreuses variétés (pouvant être cultivées) dans différentes régions du Canada».

Le ministre de l'Agriculture, l'honorable Carling, manifeste un vif intérêt à l'égard de la Ferme expérimentale centrale et visite fréquemment la nouvelle propriété de Merivale Road. En 1887, il établit sa résidence au 236, rue Metcalfe. Cette demeure a aussi été occupée par deux autres ministres du Cabinet, Sir Alexander Campbell en 1883 et Sir Henry Davis en 1897. À l'heure actuelle, elle appartient au Chelsea Club. Elle a été classée monument historique par la ville d'Ottawa.

Le directeur et plusieurs administrateurs et contremaîtres de la Ferme expérimentale centrale demeurent dans des résidences construites à leur inten-

tion. Cette pratique devient courante non seulement à Ottawa, mais également dans les fermes expérimentales régionales. En raison du manque de lieux d'hébergement convenables à proximité des fermes expérimentales régionales, on réserve une «chambre des officiels» dans la résidence du régisseur à l'intention du directeur général et des autres représentants du gouvernement, lors de leurs tournées annuelles. Généralement, il y a un lit de cuivre à quatre montants. Les grandes cuvettes de porcelaine, les pots à eau et les tables de toilette placés dans chacune de ces chambres sont aujourd'hui des souvenirs précieux conservés par certaines stations de recherches. La femme du régisseur sort son plus beau linge de maison, sa porcelaine et son argenterie pour servir les repas préparés spécialement pour faire valoir les produits de la ferme expérimentale et de la région. Chacune des quatres premières fermes expérimentales est située à proximité d'une gare de chemin de fer du Canadien Pacifique. Habituellement, le régisseur vient chercher le directeur général à la gare et le conduit à la ferme dans une charette anglaise ou une voiture à laquelle sont attelés deux trotteurs bais au poil luisant.

Au cours de sa première année (voir en particulier le rapport du directeur de 1892), Saunders effectue trois tournées d'inspection dans les Provinces Maritimes et deux au Manitoba, dans les Territoires du Nord-Ouest et en Colombie-Britannique. En fait, le jour suivant sa nomination, Saunders se met en route pour les Maritimes. Il se déplace constamment pendant les trois mois suivants pour inspecter toutes les fermes que l'on envisage acheter pour l'implantation de fermes expérimentales. Il voyage en train et réserve probablement une couchette du bas. Les chambrettes n'existaient pas encore, et il ne disposait certainement pas d'un wagon-lit privé.

Les fermes expérimentales régionales des Maritimes, du Manitoba et des Territoires du Nord-Ouest accueillent leur premier régisseur. Les trois titulaires (William M. Blair, S.A. Bedford et Angus Mackay) sont convoqués à Ottawa en 1887 pour aider à l'installation de la Ferme expérimentale centrale et pour se familiariser avec la façon dont Saunders désire que se déroule l'organisation des fermes expérimentales.

William Blair est né en 1836 à North River près de Truro en Nouvelle-Écosse. Il pratique l'agriculture près de sa ville natale et il est le premier à approvisionner la ville d'Halifax en lait par chemin de fer. Élu deux fois au Parlement, ses activités politiques s'exercent tant sur le plan local que national. De 1880 à 1888, il est colonel du 78e Régiment des Highland. La fondation à Truro du Collège agricole de Nouvelle-Écosse est dans une large mesure attribuable à son intervention. Au printemps de 1888, il est nommé au poste de régisseur de la Ferme expérimentale de Nappan en Nouvelle-Écosse.

Bedford est âgé de 12 ans lorsque sa famille quitte Sussex en Angleterre en 1863 pour se fixer à Goderich en Ontario. En 1877, à l'âge de 26 ans, il s'installe près de Darlingford, au Manitoba. Il est chargé par les sociétés foncières d'examiner les propriétés et de diriger les nouveaux colons vers les concessions éventuelles. Lui-même s'adonne à l'agriculture dans le district de Moose Mountain dans les Territoires du Nord-Ouest et est élu à sa première assemblée législative.

En 1888, il arrive à Brandon au Manitoba où il est nommé premier régisseur de la ferme expérimentale.

Angus Mackay naît en 1840 dans le comté de Pickering, en Ontario. En 1882, avec trois autres compagnons, il s'installe à Indian Head dans les Territoires du Nord-Ouest. Ils exploitent leur concession en coopérative. À la suite de sa nomination au poste de régisseur de la Ferme expérimentale régionale des Territoires du Nord-Ouest, Mackay passe une partie des années 1887–1888 à Ottawa avec Saunders. Au printemps de 1888, il revient à Indian Head avec le mandat de choisir la terre appropriée pour y établir une ferme expérimentale.

Ce n'est pas avant juillet 1889 que Thomas A. Sharpe est nommé régisseur de la Ferme expérimentale d'Agassiz en Colombie-Britannique, où il entre en fonction le 19 septembre suivant. Sharpe est né en 1847 près de Kingston, en Ontario. Jeune homme, il s'installe dans le sud du Manitoba où il fait l'élevage du bétail sur des terres non arpentées. Il compte parmi les premiers de cette nouvelle province à posséder un troupeau enregistré de Shorthorn.

Sous l'autorité de ces quatre régisseurs pionniers, grâce à la volonté de leur directeur général, William Saunders, les fermes expérimentales prennent une expansion rapide et favorisent l'essor de l'agriculture canadienne. Tous les quatre sont des amateurs, aucun d'eux n'ayant reçu aucune formation en techniques agricoles. Cependant, chacun d'eux manifeste un vif intérêt à l'égard du développement de l'agriculture dans tout le pays et s'intéresse aux sols, aux récoltes et au bétail. De plus chacun se révèle un esprit innovateur et s'engage à agir au mieux des intérêts des agriculteurs canadiens.

Les échanges de lettres s'amorcent rapidement. En 1889, seulement trois ans après l'instauration des fermes expérimentales, la Ferme expérimentale centrale reçoit près de 7 000 demandes de renseignements de la part des agriculteurs, auxquels elle répond par 5 400 lettres, 41 500 brochures et 3 700 paquets de semences. L'année suivante, elle reçoit plus de 17 000 lettres et poste près de 20 000 réponses. En 1894, 15 000 agriculteurs reçoivent des provisions d'échantillons de variétés améliorées de semences, dont la plupart sont des céréales. Le directeur général visite annuellement chaque ferme expérimentale et assiste à des assemblées d'agriculteurs dans chaque province. Il encourage la plantation d'arbres feuillus comme le noyer d'Amérique, le frêne, l'orme, le chêne, le hêtre, le noyer royal et le cerisier, constatant en particulier que ces essences sont absentes des forêts de la Colombie-Britannique.

Le 20 août 1890, lors de la visite de Saunders à Indian Head, le thermomètre descend à 27 °F (– 3 °C). Cette chute de température cause des dégâts graves aux céréales qui ont été semées tard au printemps. Cet incident vient confirmer à Saunders la nécessité, exprimée précédemment par les députés lors du débat devant la Chambre, le 22 avril 1886, d'avoir des variétés de céréales hâtives qui permettent de récolter plus tôt et de prolonger la période des récoltes. Comme nous allons le constater, cette expérience d'Indian Head aura des conséquences d'une portée incalculable sur la mise au point des variétés de blé au Canada. Lors de ses visites à Lethbridge dans la partie sud-ouest des

Territoires du Nord-Ouest, Saunders est impressionné par l'«énergie et le travail» des colons.

Il remarque également la valeur et la beauté de plusieurs jardins expérimentaux de la compagnie des chemins de fer du Canadien Pacifique. Ces jardins, approvisionnés de semences et de jeunes plants par la Ferme expérimentale centrale, sont intégrés au réseau national d'essai de plantes. Pendant de nombreuses années par la suite, le Canadien Pacifique encourage l'aménagement paysager autour de ses gares et offre des récompenses annuelles aux chefs de gare dont les jardins sont jugés exceptionnels.

À l'automne 1890, le régisseur Sharpe d'Agassiz défriche et cultive environ 50 acres (20 ha) de terres et réserve pour le défrichage une superficie semblable, couverte de broussailles. La douceur du climat et l'abondance des précipitations, uniques au Canada, sont favorables à la plantation de plus de 600 variétés d'arbres fruitiers et de 400 variétés d'arbres et arbustes ornementaux au cours de la première année d'exploitation. Plusieurs des espèces exotiques ornementales plantées dans l'arboretum ne pourraient survivre dans aucune autre province. Aujourd'hui, ce sont de beaux arbres adultes, bientôt centenaires. En outre, Sharpe effectue des expériences avec des variétés de céréales, de tubercules et de pommes de terre, cultures qui impressionnent Saunders au point de lui faire dire qu'Agassiz est en passe de devenir «l'un des endroits les plus attrayants du continent».

Comme l'indique le tableau 2.1, parmi les premiers achats des fermes expérimentales on compte l'acquisition d'une paire ou deux de robustes chevaux de trait et d'un ou deux chevaux plus légers. Chaque ferme possède une race différente de chevaux de trait, et de nombreux régisseurs se font un point d'honneur de présenter leurs meilleurs juments et étalons aux expositions locales, nationales et même internationales. La politique consiste à garder les étalons de la ferme à des fins de reproduction en vue d'améliorer les races des chevaux de trait au Canada.

Tableau 2.1 Chevaux des fermes expérimentales, 1886–1890

Ferme	Nombre de chevaux	Remarques
Centrale	12	42,50 $ ont également été dépensés pour la location de chevaux.
Nappan	6	Achetés à l'Île-du-Prince-Édouard, âgés de 4 et 5 ans; plus une paire de bœufs, en 1889.
Brandon	11	Juments et chevaux noirs et bais.
Indian Head	11	Quelques-uns achetés à Toronto.
Agassiz	6	Quatre lourds et deux légers achetés à Toronto.

En 1891, pendant la cinquième année, on construit une grande vacherie à la Ferme expérimentale centrale, mais elle est entièrement détruite par le feu en

1913. Heureusement, le bétail peut être sauvé. On ne peut en dire autant de l'équipement, la machinerie et une quantité considérable de fourrage, l'incendie ayant fait ses ravages en octobre quand la grange est pleine de foin. L'année suivante, elle est reconstruite sur le site originel. Elle s'y trouve toujours. Elle abrite aujourd'hui l'exposition permanente de bovins laitiers et la section agricole du Musée des sciences et de la technologie. Le bâtiment pour les épreuves de semences, construit en 1889, a son utilité. En 1891, les agriculteurs envoient 2 957 échantillons à analyser, soit le double de l'année précédente. Le taux moyen de germination des échantillons reçus est de 85,6 p. 100. Ceux qui germent mal sont éliminés; ces essais épargnent donc aux agriculteurs les coûts d'ensemencement de graines de mauvaise qualité et de faibles récoltes.

En 1893, les expériences sur la fertilité des sols sont bien établies et Saunders détermine la quantité de substances nutritives prélevées du sol par les diverses récoltes de céréales. Par exemple, une récolte de 25 boisseaux (680 kg) de blé prive le sol de 40 livres (18 kg) d'azote, 18 livres (8 kg) d'acide phosphorique et 19 livres (8,6 kg) de potasse. Des données analogues sont établies pour l'orge, l'avoine et de nombreux tubercules, comme le navet, la betterave fourragère, la carotte et la betterave à sucre. Les expériences menées dans les fermes expérimentales amènent Saunders à conclure que les agriculteurs tireraient meilleurs profits de leurs céréales s'ils s'en servaient comme fourrage pour les bouvillons, les vaches laitières ou les porcs au lieu de les vendre comme telles aux prix en vigueur. Il constate que les éléments enlevés au sol par la culture des céréales sont en grande partie restitués par l'apport de fumier.

En 1895, Saunders signale que le Canada possède un trop petit nombre de fermes expérimentales «trop éloignées les unes des autres pour représenter véritablement tous les différents climats et autres conditions qui influencent l'agriculture dans tout le Dominion». Il mobilise donc des agriculteurs pour essayer différentes variétés de céréales. Au cours de cette année, il reçoit 31 000 demandes d'échantillons et regrette de ne pouvoir en distribuer que 26 000 en paquet de 3 livres (1,5 kg). Pour les nouvelles variétés de céréales, il ne peut fournir que des échantillons de 1 livre (0,5 kg). Plusieurs des nouvelles variétés se révèlent meilleures que celles généralement cultivées à cette époque.

La même année, Saunders signale avoir reçu en don un grand nombre d'arbres et d'arbustes de Russie, d'Angleterre, de Jamaïque, du Japon, de la Californie et du Minnesota. En outre, la Commission géologique du Canada recueille des semences dans des régions éloignées du pays et les expédie à la Ferme expérimentale centrale. Leur examen est confié au botaniste John Macoun qui, dans les années 1870, a refait le relevé topographique du triangle Palliser et démontré l'importance des précipitations estivales pour la croissance des plantes dans les grandes plaines.

Le personnel des fermes expérimentales régionales se fait plus nombreux à partir de 1896. William M. Blair, régisseur de la Ferme de Nappan remet sa démission et G.W. Forrest le remplace mais ne reste qu'une année. R. Robertson, son successeur en 1898, demeure en poste quinze années. En outre, le premier régisseur adjoint en horticulture, W. Saxby Blair, fils de William,

est nommé à Nappan en 1896. Il adresse directement son rapport à Saunders à Ottawa en précisant que ce sont «les travaux effectués par la Division d'horticulture de la Ferme expérimentale des Provinces Maritimes». Il devient courant pour les divisions (voir chapitre 3) de la Ferme expérimentale centrale d'autoriser et de superviser les travaux de recherche effectués dans les fermes régionales. Cette pratique, adoptée par toutes les fermes expérimentales et les autres organisations ultérieures, se maintiendra jusqu'en 1959, alors que la planification de la recherche et l'obligation de faire rapport deviennent la responsabilité des stations qui s'en tiennent aux lignes directrices générales adoptées à l'échelle nationale.

L'année 1896 marque le 10e anniversaire de la création des fermes expérimentales et Saunders passe en revue leurs réalisations. Malgré quelques rivalités entre les districts pour obtenir des fermes expérimentales, Saunders déclare qu'il n'y a eu aucune «critique défavorable digne de mention» et il en déduit que les emplacements choisis reçoivent l'approbation de la population agricole canadienne.

Au nombre des réalisations concrètes au cours de la première décennie, Saunders fait valoir l'importance des recommandations sur le maintien de la fertilité des sols et le renouvellement de leur potentiel de production. Il estime en outre que les agriculteurs devraient tenir compte de l'information nouvelle sur des sujets comme l'utilisation du fumier, le choix des engrais, la préparation du sol pour le semis et l'ensemencement. Les essais des différentes espèces et variétés de céréales et de fourrages dans tout le Canada ont tout autant d'importance. Au cours de cette première décennie on essaie des plantes provenant de régions du monde où les conditions climatiques ressemblent à celles du Canada; on en introduit plusieurs espèces de même que de nombreuses nouvelles variétés. Pour multiplier les chances de réussite, on entreprend des croisements entre les variétés présentant des caractéristiques supérieures afin de produire des lignées hybrides supérieures à leurs géniteurs. Répondant aux demandes des agriculteurs, les cinq fermes expérimentales distribuent en 1896 plus de 35 000 échantillons de semences dans toutes les régions du Canada.

Les expériences effectuées avec le fourrage et l'ensilage montrent comment assurer les besoins alimentaires des bovins laitiers et de boucherie en hiver. Les industries laitière et de viande de boucherie connaissent alors un nouvel essor et les agriculteurs sont en mesure de mieux rentabiliser leurs activités hivernales. Saunders signale également que l'industrie laitière commence à produire un beurre de meilleure qualité et de meilleur rapport. La valeur des exportations de fromage passe de 7,3 millions de $ en 1886 à 17,6 millions en 1898 grâce à la recherche effectuée par les fermes expérimentales. Les exportations des produits du bétail et du porc connaissent aussi une augmentation semblable.

Les 50 000 personnes qui se sont installées sur des terres agricoles dans le Nord-Ouest reçoivent une attention particulière. Les conditions climatiques extrêmes exigent de nombreuses expériences sur la culture de plantes rustiques. Les faibles précipitations amènent les cultivateurs à recourir à de nouvelles

méthodes de culture du sol pour maximiser la rétention de l'humidité. Saunders affirme qu'il faut attribuer aux fermes expérimentales «le mérite» d'avoir introduit le brome inerme (*Bromus inermis*) dans le Nord-Ouest canadien et démontré sa résistance à la sécheresse, sa tolérance aux basses températures et son utilité tant pour le pâturage que pour le fourrage. Il demeure encore la seule espèce de brome utilisée de nos jours, et de nombreux cultivars ont été développés et homologués depuis 1896.

Le chef de la Division de l'horticulture se préoccupe de la santé et du bonheur des Canadiens en encourageant les agriculteurs à cultiver des fruits, des légumes et des plantes ornementales. Il veille à ce que chaque ferme expérimentale mette à l'essai une bonne variété de tous les produits importés. La plantation d'arbres et d'arbustes comme brise-vent et ornements transforme parfois un paysage désert en un lieu agréable et esthétique.

Chaque année, le public est de plus en plus sensibilisé au besoin d'information. Il recherche des moyens de lutte contre les insectes, les maladies des plantes et les herbes nuisibles. Parmi les services assurés par le chef de la Division de la chimie figurent l'analyse du fourrage et des semences, l'établissement de la valeur fertilisante relative des différents fumiers et engrais chimiques, ainsi que l'analyse de la qualité de l'eau des puits.

Les stations de Brandon et d'Indian Head comparent quarante variétés de blé de printemps. À Indian Head, on relève des cas de rouille de la feuille; à Brandon, l'incidence de rouille est particulièrement grave et cause une maturation précoce, l'affaiblissement de la paille, le nanisme des épis, une diminution du rendement et un grain plus léger. La période de maturation oscille selon les variétés entre 126 et 104 jours à Brandon et entre 118 et 108 jours à Indian Head. Le blé vitreux roux Calcutta est l'un des parents utilisés dans le programme d'amélioration du blé et il figure parmi les variétés les plus hâtives alors disponibles.

Sharpe, régisseur d'Agassiz, signale une augmentation notable du nombre des visiteurs au cours de la dixième année. Au début du mois d'août, l'Association des producteurs de fruits de la Colombie-Britannique et le personnel d'un journal de Vancouver visitent la ferme. Cette année-là, on compte au total plus de 1 000 visiteurs, dont le sous-ministre provincial de l'Agriculture, J.R. Anderson.

Saunders calcule le rendement moyen en avoine, en orge et en blé de la Ferme expérimentale centrale entre 1896 et 1898 et compare ces rendements avec ceux de trois années antérieures, soit de 1889 à 1891. L'accroissement du rendement de 72 p. 100 pour l'avoine, de 38 p. 100 pour l'orge et de 33 p. 100 pour le blé est remarquable. Il attribue cette augmentation à une utilisation modérée des engrais, à l'enfouissement d'engrais verts dans le sol par le labour, à une meilleure préparation du sol pour le semis, au semis hâtif et au choix de meilleures variétés. Il calcule également que l'augmentation du rendement d'un boisseau l'acre de chacune de ces trois céréales ajouterait près d'un million de dollars aux revenus des agriculteurs de l'Ontario seulement. Les quatre autres fermes expérimentales signalent des résultats semblables sur le plan des cultures

et de la production animale, grâce à de meilleures méthodes de gestion et à l'emploi de meilleures variétés de plantes. Il convient de noter en particulier le travail d'Angus Mackay à Indian Head. Il démontre la valeur de la jachère d'été réalisée par un labour au début de l'été suivi de plusieurs hersages pour détruire les herbes nuisibles et conserver ainsi l'humidité pour la récolte de l'année suivante.

Dès 1860, des colons occupent les meilleures terres de la vallée du Saint-Laurent, de la vallée de l'Outaouais et de la région des Grands Lacs et, de 1880 à 1900, l'agriculture se révèle une entreprise extrêmement rentable grâce à l'exportation de nombreux produits. Les nouvelles variétés de plantes et les techniques culturales améliorées encouragées par les fermes expérimentales contribuent de façon immédiate au développement d'une solide industrie agro-alimentaire dans l'est du Canada. En 1900, la population agricole des Maritimes, du Québec et de l'Ontario commence à décliner en chiffres réels. Elle est passée de 3,5 millions en 1871 à juste un peu moins de 0,5 million en 1901. Toutefois, au cours de cette même période, la population rurale du Manitoba passe de 12 000 à 32 000. L'instauration de fermes expérimentales ne précède que de quelques années seulement l'établissement de la majorité des colons dans les Territoires du Nord-Ouest.

Le bien-être de l'agriculteur canadien d'un océan à l'autre est prioritaire pour Saunders. Il veut à tout prix améliorer les connaissances du producteur de produits de base pour que celui-ci rentabilise au maximum sa terre et ses efforts, et ainsi améliorer les conditions de vie de sa famille. Cet homme, aidé de son personnel, établit une base agricole remarquable au cours des quinze dernières années du dix-neuvième siècle.

Chapitre 3
L'évolution des divisions 1886–1913

En 1886, William Saunders met sur pied cinq divisions respectivement spécialisée dans une discipline scientifique : l'agriculture (les grandes cultures et l'industrie animale), les céréales, la chimie, l'entomologie et la botanique, et l'horticulture. Pour tout personnel, les divisions ne comptent qu'un chef. En 1890, on nomme un adjoint à la Division de la chimie. Il n'y a pas de représentant de divisions dans les fermes régionales avant la nomination en 1896 de W. Saxby Blair comme horticulteur à Nappan. Le système de contrôle des divisions par l'administration centrale à Ottawa subsiste jusqu'en 1959, date de la création de la Direction générale de la recherche.

Les chefs de division, et plus tard le personnel, au fur et à mesure des nominations, exercent une influence notable sur le déroulement de la recherche dans les fermes expérimentales régionales. Le régisseur de chaque ferme ou station doit rendre compte des activités générales de son exploitation au directeur à Ottawa et justifier ses dépenses et les crédits budgétaires votés annuellement par le Parlement. Au début, les chefs de division établissent eux-mêmes les projets de recherche des fermes expérimentales régionales. Ils reçoivent les données expérimentales à analyser, tirent les conclusions appropriées à partir desquelles il leur arrive souvent de préparer des communiqués, des rapports et des articles scientifiques. Les divisions, mieux organisées, sont en effet plus en mesure que les fermes régionales de recruter du personnel de formation universitaire et plus spécialisé. Sauf pour Frank T. Shutt, diplomé en chimie, ce n'est qu'en 1903 qu'arrive un autre chef de division dont les connaissances sont sanctionnées par un diplôme. Tous sont des autodidactes passionnés devenus professionnels avec le temps.

En novembre 1886, année de sa nomination comme directeur, Saunders choisit W.W. Hilborn comme horticulteur. L'année suivante, James Fletcher est confirmé dans son poste d'entomologiste et de botaniste et Frank T. Shutt, diplômé universitaire, dans son poste de chimiste. En plus de sa charge de directeur du réseau des fermes expérimentales, Saunders assume également les fonctions de chef des divisions de l'agriculture et des céréales. Le premier rapport annuel du directeur, prévu aux termes de l'article 10 de l'Acte concernant les stations agronomiques, est daté du 31 décembre 1887. Il contient les rapports de chacun de ses trois collègues, Hilborn, Fletcher et Shutt.

DIVISION DE L'ENTOMOLOGIE ET DE LA BOTANIQUE

La Division de l'entomologie et de la botanique est mise sur pied avant la promulgation en 1886 de l'Acte concernant les stations agronomiques. Le

ministre de l'Agriculture, l'honorable J.H. Pope, et son sous-ministre, le Dr J.C. Taché, se rendent compte que les agriculteurs et les producteurs de fruits sont victimes de dommages causés aux récoltes par les insectes. Le 16 avril 1862, le révérend C.J.S. Bethune, amateur passionné d'entomologie et étudiant au Trinity College de Toronto, réunit autour de lui William Saunders et huit autres personnes qui s'intéressent à l'entomologie, pour fonder la Société d'entomologie du Canada, officiellement constituée le 26 septembre 1863 (12). Le gouvernement de l'Ontario, conscient que les membres de cette Société peuvent être utiles aux agriculteurs de la province, leur accorde une subvention annuelle pour les aider dans leurs recherches. Le 1er juin 1883, avec la nomination de James Fletcher, comptable à la bibliothèque de la Chambre des communes, comme entomologiste honoraire au ministère de l'Agriculture, le gouvernement canadien reconnait officiellement une seconde fois la nécessité de faire appel aux services d'entomologistes compétents. Après la confirmation de sa nomination[1], Fletcher prépare son premier rapport en décembre 1884. Tous les ans par la suite, sauf en 1886, et jusqu'à sa mort en 1908, il rédige un rapport.

22

En tant que chef de la Division de l'entomologie et de la botanique, Fletcher prépare des rapports détaillés sur les insectes nuisibles, décrit les moyens de les combattre et ajoute des renseignements sur les progrès accomplis dans la mise sur pied d'un arboretum national. La livrée des forêts, la pyrale de la pomme et le charançon de la prune sont parmi les insectes qui causent les plus grands ravages aux vergers, et même s'il existe dans le commerce des moyens satisfaisants pour les détruire, les propriétaires de vergers en général ne les utilisent pas. Les insectes qui s'attaquent aux céréales et aux grandes cultures retiennent particulièrement son attention. Il est conscient des pertes financières qu'une telle infestation peut faire subir aux agriculteurs. Il met un soin particulier à expliquer le cycle biologique de chaque insecte mentionné dans ses rapports diffusés largement dans la presse agricole et chez les agriculteurs intéressés. Gibson (12) signale que les rapports de Fletcher représentent une mine de renseignements sur l'entomologie économique. Les insectes s'attaquant aux arbres des forêts, notamment le pin, ont également fait l'objet de ses recherches.

En 1893, en réponse à plusieurs demandes adressées au Ministre, Fletcher entreprend des expériences avec les abeilles mellifères. Il achète dix essaims d'abeilles noires qu'il installe dans un rucher à proximité de la maison habitée par John Fixter, le contremaître, et situé à la Ferme expérimentale centrale. Les

[1]Il existe une certaine confusion au sujet de la date de nomination de Fletcher comme chef de la Division de l'entomologie et de la botanique. Estey (10) mentionne un décret du conseil du 18 juillet 1886 qui recommande la nomination de Fletcher à ce poste. Toutefois, Saunders n'est pas nommé directeur avant octobre 1886, et les rapports du Vérificateur général indiquent que le premier versement à Fletcher d'une somme de 1 500 $ par les fermes expérimentales a lieu en 1887. En fait, la même année, celui-ci reoit la somme de 16 $ de la bibliothèque de la Chambre des communes. L'année précédente, la bibliothèque lui a versé 1 450 $. Saunders signale la nomination de Fletcher à partir du 1er juillet 1887, probablement la date de son installation à la Ferme expérimentale centrale.

expériences de Fletcher comprennent différentes méthodes d'hivernage des abeilles et différentes dates de semis du sarrasin comme source de nectar. Il est également en mesure d'assurer un approvisionnement continu en nectar à partir du 18 juillet jusqu'aux premières gelées le 14 septembre en ne semant le sarrasin qu'à quatre dates différentes. Les reines de race italienne sont introduites au cours de la première saison et elles remplacent graduellement les abeilles noires. Fixter s'occupe du rucher jusqu'en 1906, année où il démissionne pour accepter un poste au Collège Macdonald à Sainte-Anne-de-Bellevue (Québec).

En 1895, A.J. Guignard, B.A., vient seconder Fletcher. Il prend en charge l'herbier auquel Fletcher a ajouté sa collection personnelle de plus de 3 000 spécimens collés. En outre, Guignard consacre une partie de son temps à quelques espèces d'insectes. En 1899, Fletcher obtient la collaboration d'Arthur Gibson né à Toronto en 1875 où il reçoit son enseignement primaire. Tout comme Fletcher, Gibson est un entomologiste amateur enthousiaste. Il entre au Ministère pour aider Fletcher sur les questions d'entomologie de la division. Gibson demeurera au Ministère jusqu'au moment de sa démission du poste d'entomologiste du Dominion en 1942.

Fletcher contribue à la fondation de l'*Ottawa Field-Naturalists' Club* en 1879 et il écrit de nombreux articles pour la revue du club : *The Ottawa Naturalist*. Il porte un intérêt très vif à tout ce qui touche l'agriculture et il est le premier de la ferme expérimentale à siéger comme membre du conseil d'administration de l'Exposition du Canada central. Il prend énormément intérêt à organiser l'arboretum, réservant 65 acres (26 ha) pour planter des arbres, des arbustes et d'autres plantes du Dominion. En 1889, Fletcher a réuni 210 espèces appartenant à douze familles de plantes ligneuses. En 1895, il résigne ses fonctions à l'arboretum pour prendre en charge la Division de l'horticulture. Au nombre des personnes et des institutions ayant fait des dons à l'arboretum, on compte C. Gibb d'Abbotsford (Québec), qui a offert une collection de plantes vivaces de Russie; l'*Arnold Arboretum* de Boston (Mass.); le Collège impérial d'agriculture de Tokyo (Japon); et les *Royal Botanic Gardens* de Kew (Angleterre). Fletcher commence aussi à s'intéresser aux graminées tant pour le fourrage que pour la pelouse. Dans sa recherche de plantes suffisamment rustiques pour résister aux conditions climatiques rigoureuses, il sème des variétés connues et des graminées indigènes de tout le Canada.

Le 8 novembre 1908, le Dr James Fletcher meurt à l'âge de 56 ans, après une brève maladie. Venu d'Angleterre pour s'installer au Canada à l'âge de 22 ans, il a bien servi son pays d'adoption pendant 34 années. Ses collègues et ses nombreux amis au pays et à l'étranger lui témoignent un grand respect. En 1906, l'Université Queen lui confère le titre de LL. D. Il est élu membre de la Société royale du Canada, dont il est également secrétaire. Il est vice-président de la Société d'entomologie de l'Ontario et membre fondateur de l'*Ottawa Field-Naturalists' Club*. Ses réalisations sont signalées par Bethune dans la revue *Canadian Entomologist* (4) et par Estey dans la revue *Canadian Journal of Plant Pathology* (10). Une fontaine est érigée en son honneur à la Ferme expérimentale centrale par l'*Ottawa Field-Naturalists' Club*.

Ce n'est pas une tâche facile que de remplacer Fletcher. Les travaux de la division ont pris une telle ampleur qu'en 1909, Saunders doit fractionner celle-ci en deux services : entomologie et botanique. Gordon Hewitt, zoologiste de l'Université de Manchester en Angleterre, est engagé pour diriger la Division de l'entomologie. Dès 1914, sous l'impulsion de cet homme dynamique, la division qui ne comptait à l'origine que son directeur, un adjoint et une sténographe, devient la Direction générale de l'entomologie, indépendante des fermes expérimentales. Les intérêts professionnels de cet homme sont variés et visent notamment la conservation de la faune ainsi que la répression des insectes nuisibles aux récoltes.

Le Dr H.T. Gussow du *British Museum* est engagé comme chef de la Division de la botanique. Il a reçu sa formation de botaniste à Breslau, Leipzig et Berlin en Allemagne avant d'accepter un poste au *British Museum* en 1903. Lui aussi est un homme énergique et clairvoyant. En collaboration avec Hewitt, il rédige la Loi des insectes destructeurs et autres fléaux qui remplace la Loi du Kermès de San José de 1899. La première interdit l'importation au Canada de plantes-hôtes en provenance des pays où il est connu que le kermès de San José existe. La nouvelle loi de 1910 a des pouvoirs beaucoup plus étendus et, mises à part quelques légères modifications, elle est encore aujourd'hui celle qui protège le Canada des insectes nuisibles et des ravageurs. Hewitt et Gussow ont joué un rôle prépondérant et durable dans l'évolution des fermes expérimentales.

DIVISION DE L'HORTICULTURE

W.W. Hilborn, chef de la Division de l'horticulture, collectionne également des plantes qui, contrairement à celles de l'arboretum, sont choisies en raison de la possibilité commerciale des fruits. En 1888, Hilborn a collectionné des pommes et des pommes sauvages de Russie, des poires de l'Europe septentrionale, des prunes de Russie et d'Europe septentrionale, des cerises, des pêches et des abricots de Chine. La collection comprend aussi des raisins, des groseilles, des groseilles à maquereau, des framboises, des mûres et des fraises, soit au total plus de mille variétés connues et plusieurs centaines de plants sans nom. Fait intéressant, la plupart des plants de framboisiers sont fournis par le professeur William Saunders qui les a fait pousser à partir de graines quand il vivait à London. Parmi toutes ces plantes, il existe plusieurs hybrides provenant de variétés noires et rouges, qui produisent au cours de leur première saison de gros fruits de bonne qualité. Hilborn meurt dans l'exercice de ses fonctions en 1889.

John Craig est nommé ultérieurement au cours de la même année pour remplacer Hilborn. La division multiplie ses essais sur les fruits et les légumes, fait des distributions massives d'essences forestières et fruitières, prépare et met à l'essai des produits de lutte contre la tavelure du pommier et continue de repiquer des centaines de semis de chaque espèce de petits fruits. En 1896, la dixième année d'activité, Craig présente les résultats des essais variétaux pour la plupart des espèces de fruits, avec des recommandations précises concernant les endroits où ils peuvent être cultivés ou non. Il effectue des recherches sur la

conservation des pommes et des poires, les différentes méthodes d'émondage des treilles pour un rendement optimal, le potentiel des mûriers de Russie à produire des fruits au Canada et l'utilisation de diverses légumineuses seules et associées à des céréales ou des graminées comme plantes de couverture dans les vergers. À cette fin, il recommande la luzerne, le trèfle rouge géant et le trèfle hybride avec le dactyle pelotonné, par ordre décroissant d'aptitude. Il étudie le traitement et la conservation des fruits et choisit les meilleures variétés de fruits et de légumes pour la mise en conserve.

Craig résigne ses fonctions en 1898 pour occuper une chaire d'enseignement en horticulture à l'Université Cornell. W.T. Macoun le remplace. Il devient chef de la Division de l'horticulture. Macoun a été tour à tour adjoint de Saunders et contremaître du Service de foresterie depuis 1889. C'est pourquoi il connaît parfaitement le système d'exploitation de Saunders à la Ferme expérimentale centrale. Macoun est né à Belleville (Ontario) en 1869. Parmi ses nombreuses distinctions, il détient, à titre honorifique, un doctorat ès sciences décerné par l'Université Acadia.

Macoun exerce une influence durable sur la division. Il connaît, par expérience personnelle, les conditions de l'agriculture dans tout le Canada, ayant participé avec son père, le professeur John Macoun, à des expéditions de botanique au Québec et dans l'Ouest canadien. Il a contribué à créer des arboretums d'espèces d'arbres et d'arbustes indigènes et importés dans chacune des fermes expérimentales, afin de mettre au point une longue liste de plantes appropriées aux exploitations rurales canadiennes. En 1899, il avait enregistré les dates de floraison de 68 variétés de pommes, renseignements recueillis grâce à la participation de 48 observateurs disséminés depuis l'Île Salt Spring sur la côte ouest jusqu'à l'Île-du-Prince-Édouard dans l'Est. Partant de ces données, Macoun classe les variétés en groupes de floraison hâtive, intermédiaire et tardive pour que les pomiculteurs plantent à proximité les uns des autres les pommiers d'un groupe donné afin d'optimiser la pollinisation. Des plantations nouvelles sont effectuées dans l'arboretum de la Ferme expérimentale centrale, qui contenait alors plus de 3 000 espèces et variétés d'arbres et d'arbustes.

En 1900, le Canada envoie à l'Exposition universelle de Paris un étalage intéressant de céréales et de fruits. Certains échantillons sont fournis par les producteurs commerciaux, mais la grande majorité provient des différentes fermes expérimentales. Brandon, Indian Head et Agassiz envoient des échantillons de céréales tant en grains qu'en gerbes. Nappan et la ferme centrale fournissent les fruits pour l'exposition horticole. Cet été-là, Saunders se rend en Europe et assiste aux réunions de la *British Association for the Advancement of Science* à Londres, et au Congrès de pomologie à Paris, où il présente des exposés.

En 1905, la division publie les résultats d'une expérience intéressante commencée en 1890. L'expérience porte sur des comparaisons de rendement de différents pommiers de la même variété. Sur une période de cinq années, le rendement s'établit de la façon suivante : pour les Wealthy, de 39 à 103 gallons

de pommes par arbre; pour les McMahan White, de 143 à 476 gallons et pour les McIntosh Red de 168 à 373 gallons. Aucune explication n'est fournie concernant les écarts considérables (les connaissances actuelles révéleraient une infection virale sur les arbres à faible rendement), mais Macoun continue de multiplier les arbres à rendement faible et élevé pour vérifier si les caractéristiques persistent.

DIVISION DE LA CHIMIE

Frank T. Shutt est nommé chimiste en août 1887. Il arrive d'Angleterre avec sa famille pour s'installer au Canada en 1870. C'est pendant la période où il est assistant au *Public Analyst* à Toronto qu'il commence à s'intéresser à la chimie. En 1885, il obtient son diplôme de chimiste de l'Université de Toronto où, à titre d'assistant-professeur, il enseigne aux fils du D[r] Saunders.

Les paragraphes 7 (d) et (e) de l'Acte concernant les stations agronomiques stipulent que des agents seront chargés dans chaque ferme expérimentale d'analyser des engrais naturels et artificiels et de faire des expériences pour vérifier leur valeur comparative. Ces agents ont également pour tâche d'étudier la composition et la digestibilité des aliments destinés aux animaux domestiques. Étant lui-même pharmacien, Saunders se rend compte qu'il a en la personne de Shutt un chimiste compétent pouvant exécuter les tâches requises. Shutt met au point un système d'analyse des sols et des engrais, d'essais de différents engrais dans des conditions de champ et de collaboration avec les agents d'autres divisions pour mener à bonne fin ses recherches. Il reçoit plusieurs récompenses, dont un prix spécial de l'*American Society of Agronomy* et la médaille de Sir Joseph Flavelle décernée par la Société royale du Canada pour ses travaux approfondis et pratiques; il est également nommé commandeur de l'Ordre de l'Empire britannique.

Au terme de son cinquième mois d'emploi à la ferme expérimentale, Shutt entreprend un voyage en compagnie de Saunders, dans l'est des États-Unis, pour visiter les laboratoires de chimie et fixer son choix sur les appareils les plus modernes pour les travaux d'analyse. Il examine des hottes, des salles de balances, des pompes aspirantes, un appareil Kjeldahl pour doser l'azote, des laboratoires photographiques et des salles spéciales pour l'analyse des gaz et les études de combustion. De retour à Ottawa, il dresse les plans d'un laboratoire de chimie et en supervise la construction. Pendant la durée de la construction, il obtient une petite pièce dans l'édifice Russell sur la rue Sparks où il procède à ses expériences. Au cours de l'année il analyse deux échantillons d'eau du Manitoba, sept échantillons de la ville d'Ottawa et un échantillon de marne (mélange naturel de chaux, d'argile et de sable) d'Ottawa. Il commence également une étude sur la composition du blé pour déterminer l'influence que la variété et le climat exercent sur la qualité de sa farine. Les deux variétés utilisées sont la Red Fyfe et une nouvelle importation de Russie, la Ladoga.

En juin 1889, la construction du laboratoire de chimie est terminée. Shutt raconte que «les premiers mois de l'année sont consacrés à superviser personnellement la fabrication de l'appareillage interne (du laboratoire)». On

installe le matériel en provenance d'Allemagne, et Shutt quitte son laboratoire temporaire pour prendre possession des locaux plus commodes de la Ferme expérimentale centrale. Il remarque que le nouveau laboratoire est si moderne que les chimistes d'autres régions du Canada et des États-Unis qui viennent le visiter copient les plans pour leur propre usage.

Pendant le reste de l'année, Shutt analyse différents types de boues de l'Île-du-Prince-Édouard. Il constate que la boue des marais a une forte teneur en azote, mais sous une forme qui n'est pas immédiatement assimilable par les plantes. Toutefois, si elle est amendée avec du fumier, de la cendre de bois ou de la chaux, l'azote peut alors être absorbée et la boue sert de fumure d'appoint. Il analyse d'autres types de boues comme celle des rivières et des huîtres, mais la plupart se révèlent être d'application peu pratique comme ammendement des sols des hautes terres.

La tâche accomplie par Shutt au cours de sa première année d'activité dans le nouveau laboratoire est remarquable. Pendant cette période, il engage un assistant, Adolph Lehmann, B.S.A., du Collège d'agriculture de Guelph. Ils analysent des échantillons de rayons de ruches mères, de sols et de boues, d'eau de pluie, de fourrage, de pommes de terre, de betteraves à sucre, de lait, de feuilles de pommier et de blé pour déterminer les effets du traitement au sulfate de cuivre pour enrayer la maladie du charbon sur les plantes. En plus de s'occuper des diverses analyses chimiques, Shutt explique brièvement par écrit à chaque agriculteur qui lui soumet un échantillon les résultats des analyses.

Dans les années 1890, le vert de Scheele (oxyde d'arsenic) est pulvérisé après la floraison pour lutter contre la pyrale de la pomme. Le Canada exportant de grandes quantités de pommes en Grande-Bretagne, la presse de ce pays publie en 1891 un rapport indiquant que les fruits canadiens contiennent une faible quantité d'arsenic et par conséquent sont empoisonnés. Inquiet des répercussions de cette campagne de presse, Shutt analyse des pommes sur lesquelles du vert de Scheele a été pulvérisé. Il ne trouve aucune trace d'arsenic même en utilisant la méthode d'analyse la plus sensible à l'époque, qui peut déceler une partie pour 50 000. C'est le premier cas connu d'intervention des fermes expérimentales dans une affaire de barrière commerciale non-tarifaire. De nombreux autres suivront.

Le nombre des échantillons analysés par le laboratoire de chimie continue d'augmenter. Ils proviennent des propres projets expérimentaux de Shutt, d'autres divisions et des agriculteurs. Shutt réclame constamment une aide supplémentaire à mesure que le volume de travail augmente, mais ce n'est qu'en 1899 qu'arrive un deuxième assistant.

Le 6 juillet 1896, vers 18 heures, un incendie grave se déclare dans le laboratoire spécial de chimie à la suite de l'éclatement d'une fiole d'acide sulfurique bouillant, utilisé pour déterminer la teneur en azote d'une substance organique. Les employés encore nombreux à la ferme, même à cette heure tardive, se précipitent pour maîtriser l'incendie. Un homme est gravement brûlé et le feu ne laisse que les murs du laboratoire spécial. De nombreux registres et échantillons sont perdus. Grâce à une affectation spéciale de crédits, le laboratoire est de nouveau en activité

en l'espace de quelques semaines. Peu après débute la construction d'un nouveau bâtiment de chimie où l'on emménage en 1899. Cette construction de belle apparence, en pierre et en brique d'un étage et demi, existe encore aujourd'hui.

Shutt s'adonne à des expériences qui, d'après nos normes actuelles, n'ont aucun rapport avec la chimie. Cependant, il est le seul à s'y intéresser. Un grand nombre se révéleront extrêmement utiles pour les agriculteurs canadiens. En 1897, par exemple il inocule la graine de trèfle rouge, ou le sol dans lequel elle doit pousser, avec de la «nitragin», une culture bactérienne qui se développe sur la racine des légumineuses et transforme l'azote atmosphérique en azote organique. Il produit suffisamment de tuberculine pour permettre aux vétérinaires de mettre à l'épreuve 3 500 vaches adultes afin d'y déceler la présence de bacilles tuberculeux. Il tente un nombre considérable d'expériences pour connaître le meilleur moyen de protéger les fumiers contre la perte d'éléments nutritifs. Il parvient à démontrer que le fumier correctement utilisé et entreposé a deux fois plus de valeur que le fumier non entreposé. Au cours des années suivantes, il effectue des travaux approfondis sur les propriétés de mouture et de panification du blé vitreux roux du printemps, sur les concentrés d'aliments pour le bétail, sur la préparation des insecticides et des fongicides et sur l'utilisation optimale des déchets des usines d'amidon, des séchoirs à tabac et des minoteries.

DIVISION DE L'AVICULTURE

En 1888, A.G. Gilbert, aviculteur local prospère, est nommé à la direction des travaux d'aviculture à la Ferme expérimentale centrale. Quoique journaliste de profession, Gilbert a étudié l'élevage des poulets. Il met à profit ses talents de journaliste en publiant de nombreux bulletins sur l'élevage de la volaille et en entretenant une vaste correspondance avec l'ensemble des aviculteurs au Canada.

Une fois mise sur pied, la Division d'aviculture obtient des œufs de diverses lignées issues de 19 races auprès d'éleveurs canadiens, anglais et américains. Gilbert met au point un programme pour réaliser des croisements de lignées d'une même race et entre les races; ainsi débute une longue série de projets d'amélioration génétique de la volaille, dont les résultats seront d'une valeur inestimable tant pour le Canada que pour les autres pays. Le deuxième rapport de Gilbert, rédigé en 1889 à l'intention de Saunders, représente en fait un cours en abrégé pour ceux qui veulent pratiquer l'élevage de la volaille sur une base commerciale. Il s'intéresse à des sujets comme les races convenant le mieux à différents climats, les types de poulaillers qui doivent être construits et le meilleur régime alimentaire pour les pondeuses.

Gilbert cherche tout particulièrement le moyen d'améliorer la production d'œufs pendant l'hiver. Durant cette saison, la production est faible, les prix sont élevés et les profits pourraient être maximisés. Comme il faut s'y attendre, une bonne gestion du poulailler et une alimentation appropriée sont la clé du succès. Il prépare les plans détaillés du poulailler de la Ferme expérimentale centrale pour que les agriculteurs puissent les copier ou les adapter. Il mène des

expériences sur la réfrigération des œufs frais à diverses températures. Il essaie de trouver les rations permettant de produire les œufs les plus savoureux. Il établit que la race Plymouth Rock répond le mieux aux exigences en matière de production de viande. Il fait des expériences d'alimentation avec des poulets, les fait abattre et les expédie pour qu'ils soient évalués sur le marché britannique.

À la demande du Comité de l'agriculture et de la colonisation de la Chambre des communes, il tente une expérience en 1897 pour déterminer le profit d'un aviculteur avec un élevage de 50 poules seulement. Le poulailler produit 4 773 œufs pendant l'année et le revenu de leur vente est de 78,69 $. En outre, certains œufs sont vendus pour la reproduction et quelques jeunes coqs pour la consommation, ce qui donne un revenu total de 139,19 $. Le coût de l'alimentation s'élève à 45,26 $ pour l'année, soit un profit de 93,93 $ ou près de 2 $ par oiseau par an, ou en dollars de 1980 environ 13,90 $ par oiseau.

Les incubateurs pour la production de poussins font en général leur apparition sur le marché vers la fin du dix-neuvième siècle. Gilbert en essaie, quelques-uns chauffés au mazout, mais sans grand succès. L'objectif est de parvenir à faire éclore simultanément un grand nombre de poussins de manière à obtenir une population d'âge uniforme. Gilbert demeure convaincu qu'on finira par mettre au point des techniques appropriées qui rendront leur utilisation acceptable, et que la perte élevée de poussins s'explique par la piètre qualité des sujets plutôt que par des méthodes d'incubation inappropriées. À son projet d'élevage de poulets, Gilbert ajoute l'élevage des dindes, des canards et des oies. Bien qu'il n'effectue aucune expérience avec ces oiseaux, il n'en enregistre pas moins soigneusement les méthodes d'élevage, qu'il essaie d'améliorer.

Au début du siècle, les expériences deviennent plus complexes, et Shutt, le chimiste du Dominion, commence à travailler avec Gilbert à la conservation des œufs et à l'engraissement des poulets. Il s'aperçoit que, pour conserver les œufs, l'eau de chaux est aussi efficace et bien moins coûteuse que le verre soluble (sulfate de magnésium). Ces expériences se font sur une vaste échelle. Shutt essaie différentes sortes de rations sur huit races et un croisement de Plymouth Rock et de Brahma. Il compare l'engraissement dans un box avec l'engraissement dans une cage. Au cours d'une période de quatre à six semaines il est en mesure d'augmenter de plus de 0,5 lb (0,2 kg) par semaine le poids d'une volaille. À la même époque, Gilbert met sur pied les poulaillers à nids-trappes de douze oiseaux choisis parmi plusieurs races pures et races croisées. La meilleure production en 12 mois est celle d'une Plymouth Rock, soit 172 œufs. En deuxième place, on enregistre 145 œufs et en troisième 128. La majorité des volailles, Plymouth Rock ou White Leghorn, pondent un peu moins de 100 œufs[1] par année.

[1]Les méthodes actuelles d'élevage et de reproduction permettent d'obtenir une moyenne de 300 œufs par oiseau.

DIVISION DES CÉRÉALES

William Saunders se réserve la responsabilité des travaux expérimentaux en agriculture, notamment les céréales, le fourrage et le bétail. Il commence avec des essais de variétés de blé, d'orge et d'avoine. En 1890, il en sème deux variétés de chaque sorte pendant six semaines consécutives, de la troisième semaine d'avril à la dernière de mai. Les statistiques, s'il en avait établi, démontreraient que pour toutes les variétés l'ensemencement hâtif a donné une récolte beaucoup plus importante que l'ensemencement tardif. Il souligne que pour obtenir des moyennes fiables, il faudrait faire des essais répétés. Il en conclut néanmoins que retarder de deux semaines seulement l'ensemencement de l'orge, céréale qui ne se vend que cinquante cents le boisseau, entraînerait une perte de revenu de 1,5 $ million pour les agriculteurs de l'Ontario.

En 1888, Saunders commence à hybrider le blé en se servant de plusieurs variétés comme parents. Son objectif est d'obtenir des variétés précoces de
30 grande qualité. En 1896, 10 ans après la promulgation de l'Acte concernant les stations agronomiques, son programme d'essais porte sur quinze nouvelles variétés. Ces expériences minutieuses et longues ne l'empêchent pas d'effectuer des essais de variétés avec l'avoine et l'orge, et des essais sur la prévention du charbon de l'avoine. En 1900, il fait état d'expériences visant à produire de l'avoine à rendement élevé. Il sème des céréales, du lin, des haricots, du maïs et du millet une année et, l'année suivante, sur les mêmes parcelles de terre, il sème de l'avoine. Comme prévu, le rendement le plus élevé est enregistré après la récolte de féverole fourragère non après celle du soja. Le deuxième rendement le plus élevé suit la récolte de céréales, et le plus faible la récolte de millet. La récolte d'avoine qui suit celle de la féverole fourragère est de 50 p. 100 supérieure à celle venant après le millet.

Saunders continue de distribuer aux agriculteurs des échantillons de céréales à cultiver. En 1899, il expédie aux agriculteurs les plus intéressés aux essais de variétés 2 858 échantillons de semences, quantité suffisante pour ensemencer un dixième d'acre (0,04 ha). En outre, plus de 29 000 petits échantillons sont distribués pour encourager d'autres agriculteurs à choisir les espèces de semences les meilleures et les plus productives. Au cours de cette période, Saunders accorde beaucoup d'attention aux essais de germination. En 1901, il signale que 2 384 agriculteurs ont envoyé dix-neuf espèces d'échantillons de semences pour des essais de germination. Le blé, l'avoine et l'orge forment plus de 90 p. 100 de ces échantillons.

En 1902, les essais de variétés se sont multipliés et portent sur 268 variétés, dont 118 représentent le blé de printemps. Ces échantillons sont cultivés sur des parcelles d'un quarantième d'acre (0,16 ha), et on a pris soin d'utiliser un sol aussi uniforme que possible tant sur les plans de la fertilité que de la texture. Cependant, comme les essais ne sont pas répétés, les différences de sols ne sont évidemment pas prises en considération dans les résultats.

Les tâches du directeur ont pris une telle ampleur qu'en 1903, Saunders juge nécessaire de se démettre de ses fonctions de chef de la Division des

céréales. Chaque été depuis 1887, il visite toutes les fermes expérimentales aux périodes favorables à l'observation du comportement des récoltes dans les différentes zones climatiques. Au cours de ces expéditions estivales, il emmène avec lui deux de ses cinq fils qui l'aident à prendre des notes et à faire des croisements entre les variétés appropriées de céréales. Charles, le troisième, est au début de la vingtaine lorsqu'il commence à accompagner son père (33). Il se révèle habile de ses mains et méticuleux dans ses observations et ses notes. Quoique diplômé en chimie, Charles Saunders est également passionné de musique et devient professeur de chant, contribuant ainsi à animer la vie culturelle de Toronto.

En 1903, William Saunders nomme Charles au poste d'expérimentaliste à la Division des céréales et, en 1905, Charles devient le chef de cette Division. Il consacre toute son énergie à son travail, d'abord en évaluant attentivement les nouvelles variétés introduites par son père, et en sélectionnant de nouveau puis en mettant au point des essais appropriés de mouture et de cuisson pour de petits échantillons de céréales. Pendant la période de sélection sur le terrain fin juillet et début août, il écrit au professeur A. Carleton de Washington (D.C.) dans une lettre du 9 juillet 1906, qu'il ne pourra consacrer au professeur en visite autant de temps qu'il le souhaiterait, puisqu'en effet il passe ses journées de 5 h à 20 h sur le terrain. Entièrement dévoué à son œuvre, Charles saura se montrer digne de la confiance de son père. Il produit en effet le blé vitreux roux de printemps Marquis, faisant ainsi du Canada le chef de file mondial pour le commerce d'exportation du blé panifiable.

DIVISION DE L'AGRICULTURE

L'énergie prodigieuse de William Saunders lui permet également d'assumer la responsabilité de la Division de l'agriculture. Les travaux de cette division concernent la recherche sur toutes les grandes cultures, à l'exception des céréales, et sur tout le bétail, à l'exception de la volaille.

Au cours des premières années, la division établit une comparaison entre toutes les variétés connues de maïs, de betterave à sucre, de plantes racines et de pommes de terre. Six acres (2,4 ha) de terre sont ensemencés de plantes radiculaires. Il est vrai que William Saunders est secondé depuis le début par le contremaître agricole Fixter et, en 1889, il engage W.T. Macoun qui l'aide à ensemencer, à entretenir et à prendre des notes sur les parcelles. Toutefois, Saunders assume la principale responsabilité de ces activités et le fardeau est lourd. En 1889, il achète le premier bétail de la Ferme expérimentale centrale, soit 54 têtes regroupant trois races de laitières et deux races de bovins de boucherie. Il achète un certain nombre de taureaux de chaque race pour que chaque ferme expérimentale régionale ait le sien. À l'exception de deux taureaux et de cinq génisses sélectionnés parmi un troupeau de grande qualité à Syracuse (New York), tous les animaux proviennent des meilleurs troupeaux canadiens. Saunders désire offrir aux agriculteurs canadiens les animaux en surplus. Ils doivent être de première qualité.

En 1890, Saunders résigne ses fonctions à la Division de l'agriculture et nomme J.W. Robertson à ce poste. En même temps, celui-ci est nommé commissaire de l'industrie laitière du Dominion. Né en Écosse en 1857, il s'est occupé d'exploitation agricole en Ontario pendant onze ans avant d'être nommé, en 1886, professeur en industrie laitière au Collège d'agriculture de l'Ontario. Ses fonctions de commissaire à l'industrie laitière exigent davantage de temps que celles d'agronome, mais il ne néglige pas pour autant sa tâche dans les fermes expérimentales. Pendant la première année, il fait construire une laiterie et une porcherie. Il achète trois races de porcs et augmente le troupeau de bovins. Il réclame à Saunders une bergerie afin de compléter les installations destinées au cheptel. L'année suivante, Robertson entreprend le premier essai d'alimentation pour l'engraissement des bouvillons. Trois paires de bouvillons sont respectivement nourries des rations suivantes : foin, racines et tourteau; maïs ensilé et tourteau; foin, racines, maïs ensilé et tourteau. En résumé, les animaux nourris avec du maïs ensilé et du tourteau engraissent davantage et, bien qu'ils consomment davantage par jour, leur alimentation coûte de quatre à sept cents de moins par jour que les deux autres rations.

À titre de commissaire de l'industrie laitière du Dominion, Robertson crée dix-neuf stations laitières expérimentales pour étudier la fabrication du fromage et du beurre. Il passe plus de la moitié de son temps à inspecter ces stations, à faire des conférences lors de congrès et de rencontres de producteurs laitiers, et à organiser des programmes coopératifs de concert avec les ministères provinciaux d'agriculture. En 1891, il assiste à 49 congrès où chaque fois il doit prononcer de deux à cinq allocutions.

Étant donné son intérêt pour le bétail, Robertson consacre la plupart de son temps à la Ferme expérimentale centrale, aux animaux et moins aux cultures, du moins les premières années. Il fait des mélanges de maïs et de plantes fourragères dans le but d'obtenir un mélange qui puisse fournir une alimentation bien équilibrée, à un coût inférieur à celui des céréales ou des sous-produits concentrés. Il opte pour un composé de maïs, de féverole fourragère et de tournesol mélangés au moment du hachage et de l'ensilage. Le maïs et la féverole sont ensemencés ensemble et les plantes entières sont récoltées et hachées. Le tournesol est cultivé dans un champ séparé et seuls les capitules sont utilisés. Il baptise cette préparation du nom de mélange Robertson pour ensilage et, en 1893, il expédie à plus de soixante agriculteurs des échantillons de semences accompagnés d'une circulaire d'instructions pour qu'ils en fassent l'essai. Il avait déjà vérifié la qualité du beurre produit avec le lait de vaches nourries avec son mélange d'ensilage. Il établit que le mélange contenant des capitules de tournesol donne un lait qui produit un beurre plus riche et beaucoup plus coloré que celui produit par des vaches nourries au maïs ensilé. Les agriculteurs qui utilisent ce mélange sont satisfaits. Fort de ces encouragements, Robertson poursuit ses essais d'alimentation, comparant son mélange à de nombreux autres. Dans la plupart des cas, le mélange de Robertson produit un bœuf dont le coût par unité de poids vif est beaucoup moins élevé qu'avec tout autre mélange. À l'occasion d'une expérience, il

signale que le coût est inférieur de moitié à celui obtenu avec le mélange de comparaison.

Robertson démissionne en 1896 pour relever d'autres défis en agriculture. En 1904, il fonde la *Canadian Seed Growers' Association* (Association canadienne des producteurs de semences), devient le premier principal du Collège Macdonald et préside la Commission royale de l'enseignement technique de 1909.

Saunders reprend en charge la Division de l'agriculture pendant les deux années suivantes. Puis, en 1898, il nomme J.H. Grisdale à ce poste. Grisdale est le premier diplômé universitaire en agriculture qui est engagé à la Ferme expérimentale centrale. Né à Sainte-Marthe (Québec), il étudie deux ans au Collège d'agriculture de l'Ontario, puis fréquente le Collège de l'État de l'Iowa, d'où il sort diplômé en 1898. En 1918, l'Université Laval lui décerne un doctorat honorifique ès sciences. Grisdale suit la voie tracée par Saunders et Robertson pour l'élevage du bétail et la conduite des cultures. En outre, il réserve une superficie de 200 acres (80 ha) de la Ferme expérimentale centrale pour l'exploiter à la façon d'une ferme commerciale de même taille. La ferme est divisée en cinq parcelles de 40 acres (16 ha). Sur ces parcelles, il établit un assolement quinquennal consistant en la production de petits pois qu'il fait suivre de trèfle, de cultures sarclées de maïs et de plantes radiculaires, et de céréales qu'il fait suivre de plantes fourragères pour le foin et le pâturage. Il essaie également de nouvelles variétés de céréales et d'autres cultures comme celles du sorgho et du colza en 1899. Aucune des deux variétés de sorgho ne réussit, mais le colza est considéré comme un excellent fourrage pour les moutons ou les porcs.

Au cours des quelques années suivantes, Grisdale effectue des essais comparatifs d'alimentation sur les chevaux, les bouvillons décornés, les porcs et les moutons. Il fait des expériences pour déterminer la période optimale de traite des vaches laitières. Dans toutes ces expériences, il porte une attention particulière aux coûts d'élevage des animaux et aux profits tirés de leur vente. Les résultats sont jugés principalement d'après le profit net de chaque traitement. Il établit plusieurs assolements pour comparer différentes profondeurs de labour et certains assolements avec et sans légumineuses.

En 1912, la Division de l'agriculture est partagée en trois : la Division des grandes cultures, qui reste sous la direction de Grisdale, la Division des cultures fourragères, dirigée par M.O. Malte, et la Division de zootechnie, dirigée par E.S. Archibald. Il sera question de ces trois hommes de manière plus détaillée dans les chapitres ultérieurs.

DIVISION DES TABACS

La première mention de cette division remonte à 1908. F. Charlan, chef de la Division des tabacs, relève directement du ministre jusqu'en 1912, année où la division est rattachée aux fermes expérimentales. Les activités à Saint-Césaire et à Saint-Jacques, au Québec, commencent en 1908 sous la direction de

O. Chevalier. La prise en charge des travaux et des études sur le tabac en 1912 par les fermes expérimentales, entraîne la fermeture de la ferme de Saint-Césaire en raison de ses difficultés d'accès et c'est à Farnham que s'ouvre une station sous la direction de Chevalier. En 1908, une station de tabac est établie à Harrow, en Ontario, sous la direction de W.A. Barnet.

En 1910, il se produit un changement important qui modifie tout le système. Le directeur Saunders confie aux chefs des divisions la responsabilité de superviser et d'inspecter les travaux de recherche dans les fermes et les stations expérimentales régionales. Pendant plus de 20 ans, il s'est acquitté personnellement de ces deux tâches. Une telle organisation sanctionne officiellement les nouvelles responsabilités nationales des chefs de division qui porteront alors les titres de céréaliste, horticulteur ou chimiste du «Dominion». Ces titres demeurent en vigueur pendant quarante ans, jusqu'en 1950, date à laquelle on revient au titre de «chef».

En 1912, toutes les divisions sauf deux sont établies. Les chapitres suivants relatent leur histoire, y compris celle de leur fusion et de leur fractionnement en d'autres divisions et services, au fil des années. La structure mise en place par Saunders et selon laquelle tous les régisseurs relèvent directement du directeur pour l'exploitation des fermes expérimentales demeure inchangée. À mesure que de nouvelles organisations naissent, on élabore des méthodes de gestion différentes. Toutefois, la décision prise par Saunders en 1910 de déléguer aux chefs de divisions la tâche de surveiller et d'inspecter la recherche effectuée dans les fermes et les stations expérimentales régionales s'imposera pendant les cinquante années à venir. Ce système se révèle efficace parce qu'il évite la répétition d'un même effort, productif parce qu'il permet de mobiliser des ressources considérables, et éclectique parce qu'il fait appel à des disciplines scientifiques.

Chapitre 4
L'exploitation des stations expérimentales 1906–1913

Le monde occidental s'industrialise rapidement et l'Amérique du Nord doit répondre à une forte demande de matières premières pour alimenter les usines et la population de l'Europe. La plus grande partie des terres au sud du 49e parallèle sont occupées, laissant, en guise de terre promise, les plaines pratiquement vierges des prairies canadiennes. Dans la zone industrielle de l'Ontario, de nombreux Canadiens, Américains et Européens de l'Ouest aspirent à fouler les vastes espaces encore inexploités et à commencer une nouvelle vie. Des milliers de paysans de l'Europe de l'Est peuvent désormais rêver de posséder leur propre terre, rêve jusqu'alors insensé pour eux. Certains colons se sont établis au Manitoba, d'autres dans les Territoires du Nord-Ouest. C'est pourtant loin d'être la ruée escomptée par le gouvernement du Canada ou la compagnie de chemin de fer du Canadien Pacifique.

Quatre premiers ministres se sont succédés depuis la mort de John A. Macdonald en 1891 et l'élection de Sir Wilfrid Laurier en 1896. Les portes sont ouvertes à tous en 1896, la première année du mandat de Laurier. Sir Clifford Sifton de Winnipeg, l'énergique ministre de l'intérieur, publie des brochures en 20 langues, fait paraître des annonces dans 7 000 journaux américains et envoie des agents en Europe. Son message est partout le même : venez exploiter les terres agricoles offertes gratuitement dans l'ouest du Canada. Le transport coûte 30 dollars de Liverpool, en Angleterre, à Saint-Jean, au Nouveau-Brunswick, et 6 dollars par personne en chemin de fer, dans un wagon archicomble de Saint-Jean à Winnipeg au Manitoba (25).

La Saskatchewan et l'Alberta deviennent des provinces en 1905, chacune avec son propre gouvernement, et des villes se développent dans des endroits stratégiques. De 1901 à 1911, la population du Manitoba, de la Saskatchewan et de l'Alberta passe de 390 000 à 1 322 000 habitants. Certains, parmi les nouveaux colons, sont des agriculteurs expérimentés, mais un grand nombre n'ont aucune idée de la façon de s'y prendre pour préparer la terre, ensemencer ou récolter. Saunders, qui a déjà visité les grandes plaines plusieurs fois, demande avec insistance la création d'autres fermes expérimentales.

Le choix du lieu d'établissement de la prochaine ferme expérimentale, que l'on appellera station, n'est pas fortuit. Dans son historique de la Station de recherches de Lethbridge (Alberta), Johnston (24) rapporte qu'en 1901, l'*Alberta Railway and Irrigation Company* fait appel aux services du régisseur de la Station expérimentale de l'Université du Wyoming à Laramie pour exploiter une ferme type à Lethbridge. Dès son arrivée, W.H. Fairfield introduit dans les

sols des prairies des bactéries fixatrices d'azote pour pouvoir cultiver avec succès la luzerne et d'autres légumineuses. En octobre 1903, le rédacteur en chef du journal de Lethbridge écrit des articles élogieux sur les grands services que la ferme type rend à la communauté agricole. D'autres localités en Alberta reconnaissent ces avantages, et des pétitions demandant l'établissement de stations expérimentales gouvernementales parviennent de Macleod, Claresholm, Medicine Hat, Calgary, Red Deer, Lacombe et Edmonton.

Le 6 avril 1906, le sénateur L.G. DeVeber annonce à la Chambre de commerce de Lethbridge que cette localité a été choisie comme site d'établissement de la station expérimentale dans le sud de l'Alberta. En août 1906, Elliot T. Galt, directeur général de l'*Alberta Railway and Irrigation Company*, contribue de nouveau au projet en cédant 400 acres (160 ha) de terres, pour la moitié irrigués, pour l'établissement d'une station expérimentale. Comme le souligne Saunders, le zèle de la population du sud de l'Alberta, la construction d'une usine de betteraves sucrières en 1904 et l'établissement d'une ferme type cinq années auparavant constituent les facteurs décisifs dans le choix de Lethbridge. Fairfield est nommé régisseur de la nouvelle station expérimentale le 1er août 1906, et l'exploitation de cette dernière, qui deviendra une vaste organisation multidisciplinaire, s'amorce. Fairfield est le premier régisseur à détenir un diplôme en agriculture. Le deuxième est N. Wolverton nommé régisseur plus tard la même année, à Brandon au Manitoba.

En mars 1907, Lacombe, située à quelque 350 km au nord de Lethbridge et à mi-chemin entre Calgary et Edmonton, a été choisie comme emplacement de la deuxième station expérimentale en Alberta. À la suite de fortes pressions exercées par la Chambre de commerce de Lacombe, l'honorable Sidney Arthur Fisher, ministre de l'Agriculture, accepte enfin d'acheter une propriété privée déjà cultivée, au prix fort de 50 $/acre (125 $/ha).

G.G.H. Hutton, un agriculteur local aux idées progressistes, devient le premier régisseur de la station et prend possession de la propriété en mars 1907, bien que, selon Fredeen (11), il ait été nommé au poste de régisseur le 22 juillet 1906, dix jours avant la nomination de Fairfield à Lethbridge. Né en Ontario et diplômé de l'École d'agriculture de Guelph en 1900, Hutton s'est occupé d'exploitation agricole jusqu'à sa nomination à la station expérimentale. En 1919, il résigne ses fonctions pour devenir directeur de l'industrie agricole et animale du Canadien Pacifique.

En 1896 on découvre de l'or dans la région du Klondike au Yukon. La production record est atteinte en 1903. Saunders veut connaître les possibilités agricoles de l'endroit. En conséquence, le 18 avril 1905, il expédie, d'Ottawa à destination de Dawson, des céréales, des semences de plantes fourragères et des pommes de terre. Or, les rivières sont encore gelées et les colis n'atteignent pas leur destination avant le début de juin. Une partie des échantillons aboutissent à White Horse (*sic*) vers la mi-mai et A.E. Snyder, régisseur de la Royale gendarmerie à cheval du Nord-Ouest, les distribue à sept personnes, probablement à différents endroits. Certaines donnent d'excellents résultats tandis que d'autres gèlent en juin ou en août. Les semences auraient dû être distribuées au début de

mai. Cependant, l'essai est suffisamment encourageant pour justifier l'envoi, en 1906, d'échantillons additionnels qui permettent d'obtenir, cette fois, des résultats plus satisfaisants.

La troisième station expérimentale en Alberta est établie en 1907 à Fort Vermilion, à quelque 350 milles (560 km) plein nord d'Edmonton, en aval de la rivière de la Paix. L'agriculture se pratique depuis longtemps dans la région. La Compagnie de la Baie d'Hudson y a déjà installé une minoterie à aplatisseur, capable de traiter 25 000 boisseaux (68 tonnes) de blé par an. F.S. Lawrence de Fort Vermilion visite Ottawa en avril 1907, et rentre à Edmonton par train avec une provision de semences et d'arbres provenant de la Ferme expérimentale centrale. Quittant Edmonton le 1er mai 1907, il conduit une charrette tirée par des chevaux sur une distance de 400 milles (650 km) jusqu'au lieu de passage de la rivière de la Paix, qu'il atteint le 17 mai. Il passe une journée à cet endroit afin d'organiser le transport par radeau qui lui permettra de parcourir les 300 derniers milles (480 km) jusqu'à Fort Vermilion. Il arrive à destination après un voyage de trois jours et cinq heures sans arrêt. Il consacre six jours, jusqu'au 27 mai, à l'ensemencement des échantillons de céréales. Les cultures poussent bien, mais le 30 août une gelée endommage les grains de toutes les variétés de blé, d'avoine et d'orge. Lawrence démissionne au cours de l'hiver et Robert Jones, un agriculteur de la région, est engagé pour continuer les essais.

En 1909, on inaugure deux autres stations expérimentales, l'une à Charlottetown (Île-du-Prince-Édouard) et l'autre à Rosthern (Saskatchewan). J. Artemus Clark, premier régisseur de la station de Charlottetown, prend possession d'une partie de la propriété en août 1909. Né à l'Île-du-Prince-Édouard et diplômé du Collège d'agriculture de l'Ontario à Guelph, Clark travaille à Ottawa pendant deux ans pour le Commissaire aux semences du Dominion. Le gouvernement provincial achète six parcelles de terres et les loue au ministère fédéral de l'Agriculture. Petit détail historique, l'une d'entre elles appartient à Pope. Il s'y trouve une très belle demeure en bois connue sous le nom de Ravenwood House construite et occupée en 1824 par l'honorable William Johnston, procureur général de l'Île-du-Prince-Édouard. À la mort de Johnston en 1828, son gendre, William Forgan, avocat et député, y établit sa résidence. L'honorable J.C. Pope, premier chef du gouvernement de l'Île-du-Prince-Édouard après la Confédération y a vécu à partir de 1873. La plupart des régisseurs et des directeurs de la Station expérimentale de Charlottetown y ont habité pendant la durée de leur mandat. Aujourd'hui, elle est la résidence de l'actuel directeur de la Station de recherches de Charlottetown. Ravenwood House est l'un des points d'intérêt de Charlottetown. La famille royale l'a visitée à trois occasions.

En 1908 on achète la propriété de Rosthern et W.A. Munro en est nommé régisseur en mars de l'année suivante. Né en Ontario, et diplômé de l'Université Queen, puis du Collège d'agriculture de l'Ontario à Guelph, Munro est un agent de vulgarisation agricole en Alberta et en Ontario avant de s'installer à Rosthern. Munro et, plus tard, F.V. Hutton, contribuent largement au développement agricole de la Saskatchewan au nord de Saskatoon. Ils entreprennent plusieurs

expériences sur les céréales, les fourrages, les cultures horticoles, les bovins laitiers et de boucherie, les ovins et les porcs. L'établissement d'une station à Scott, à l'ouest de Saskatoon, à l'intérieur du triangle Palliser en 1911, l'inauguration peu après du laboratoire des cultures fourragères du Dominion à Saskatoon et d'une nouvelle station à Melfort entraînent la fermeture de la station de Rosthern en 1940, celle-ci étant devenue superflue.

À partir de 1909, Saunders fait aménager des petites parcelles ou des sous-stations expérimentales dans des régions du Canada difficilement desservies par les fermes ou les stations expérimentales. Il demande à des agriculteurs importants, à des éleveurs et même à certains missionnaires d'ensemencer des parcelles expérimentales avec des variétés de légumes, de céréales et de plantes fourragères pour connaître l'étendue des possibilités agricoles du Canada. Le premier projet de ce type est réalisé avec E.W. Calhoun, régisseur de la ferme d'élevage Harper à Kamloops en Colombie-Britannique. Calhoun consacre 10 acres (4 ha) de terres à la culture de plusieurs variétés de céréales, de pommes de terre et de pommiers, afin de déterminer les meilleures méthodes de culture à employer dans des conditions de sécheresse. Un projet semblable est entrepris sur la ferme de Frank Moberley près du lac Abitibi au Québec. Par la suite, les essais s'étendent au Petit Lac de l'Esclave en Alberta, aux forts Resolution, Smith et Providence dans le district de MacKenzie, et à Minto Bridge au Yukon.

Les divisions de l'entomologie, de la botanique et de la phytopathologie ainsi que quelques autres ouvrent des laboratoires à l'extérieur d'Ottawa. Ces laboratoires se trouvent parfois sur les lieux mêmes d'une ferme ou d'une station expérimentale ou près de celle-ci, ou encore dans des immeubles fédéraux comme les bureaux de poste. Les employés proviennent d'une seule division et ces établissements ne disposent guère de champs pour le travail expérimental. On y rattache souvent une serre ou un insectarium. Le premier laboratoire de ce type, destiné aux recherches entomologiques, est inauguré par G.E. Sanders (ne pas confondre avec Saunders) à Bridgetown (Nouvelle-Écosse) en 1910. Né à Roundhill dans le comté d'Annapolis, Sanders étudie en entomologie au Collège d'agriculture de l'Ontario à Guelph, ainsi qu'à l'Université de l'Illinois. Il travaille d'abord en qualité d'inspecteur de pépinière, puis comme adjoint de l'Entomologiste de l'État de l'Illinois. Le laboratoire est transféré à Annapolis Royal en 1915, puis à Kentville en 1952.

Les chevaux canadiens français utilisés essentiellement au Québec étaient très cotés au 18e siècle où l'on dénombrait 5 275 têtes (3). Dès 1910, le ministère de l'Agriculture du Canada commence à s'intéresser à la race, car sur les 2 528 chevaux inspectés, 969 seulement satisfont aux critères d'enregistrement. Pour préserver cette race chevaline, ainsi que la race bovine canadienne française, la Direction générale des stations expérimentales décide d'ouvrir une station à Cap-Rouge le 1er janvier 1911. Cap-Rouge est situé à environ 14 km à l'ouest de Québec, sur la rive nord du Saint-Laurent. À cette fin le Ministère achète la ferme Stadacona composée d'un lot intégral de 380 arpents (130 ha), dont 185 (63 ha) sont cultivés, le reste étant occupé soit par des enclos, des bâtiments, des collines

escarpées, des broussailles ou des forêts. La station comprend trois habitations, ainsi qu'une pension, huit bâtiments de ferme et la machinerie au complet. Il y a trois attelages puissants et un conducteur, mais aucun cheval canadien français ni bovin de cette race.

Le cheval canadien français, appelé désormais le Canadien, a été amené au Canada en juin 1647 en provenance du nord-ouest de la France (2). Il est de taille moyenne et pèse entre 900 et 1 100 livres (400 à 500 kg). Son corps, long et massif se caractérise par une croupe bien arrondie et très musclée. Il peut donc parcourir de grandes distances sans se fatiguer. La race est officiellement enregistrée en 1886. La vache de race canadienne française descend directement des animaux apportés de Normandie et de Bretagne par Jacques Cartier en 1541. La production laitière de cette race est modérée et le lait dose environ 4,4 p. 100 de matière grasse.

La station de Cap-Rouge achète des animaux enregistrés des deux races. En 1920, une propriété appartenant au Séminaire de Québec et située à Saint-Joachim, à 40 km à l'est de Québec, est louée, aux termes d'un bail de 20 ans, à des fins de génétique, d'alimentation expérimentale et de gestion des chevaux canadiens. À cette époque, Cap-Rouge et Saint-Joachim possèdent 96 chevaux canadiens français et 59 bovins canadiens français enregistrés. Plus tard, la station de Cap-Rouge s'occupera surtout de recherche horticole à la demande des agriculteurs qui désirent approvisionner le marché de la ville de Québec.

On attend depuis longtemps l'établissement de nouvelles stations expérimentales dans les Grandes Plaines. Dans une grande partie de l'Alberta et de la Saskatchewan, les précipitations de l'année 1910 sont les plus faibles qu'aient connues les habitants de l'époque (30). De nombreuses cultures sont une perte totale cette année-là, et le Congrès international sur l'aridoculture, qui a lieu à Colorado Springs en 1911, intéresse considérablement le Canada. Des congrès antérieurs ont été organisés à Billings au Montana (1909), et à Spokane dans l'État de Washington (1910). Dès 1911, le congrès compte 13 500 membres dans 50 pays.

Les Canadiens dominent le congrès de Colorado Springs et, bien que les localités de Salt Lake City (Utah) et de Prescott (Arizona) soient en tête de liste pour la tenue du prochain congrès, elles se désistent en faveur de Lethbridge. Fairfield est membre de la direction du congrès et, en 1912, chef du jury pour l'attribution des prix. Chaque congrès présente une importante exposition de machinerie agricole et tient des concours d'échantillons de céréales et d'autres produits de la ferme. Seager Wheeler de Rosthern en Saskatchewan gagne le concours du blé au congrès de Colorado Springs avec un échantillon de Marquis, le nouveau cultivar produit par Sir Charles Saunders et distribué par les fermes expérimentales. La supériorité de Marquis a été confirmée en 1912, lorsque ce cultivar a remporté la première place à Lethbridge avec un échantillon exposé par Henry Holmes de Raymond, en Alberta.

Pendant un certain temps, d'autres stations et laboratoires sont établis, à raison d'un ou plusieurs chaque année. L'expansion des fermes et des stations expérimentales se reflète dans les budgets annuels et les effectifs, ainsi que le

résume l'annexe IV. La séquence d'établissement de ces stations se trouve à l'annexe II. Cet historique ne présentera pas l'évolution de chaque unité; toutefois, il sera fait mention d'événements dignes d'intérêt survenus au cours de cette période.

Le dernier rapport de la ferme expérimentale, que rédige Saunders avant sa retraite, est celui de 1910–1911. Né à Crediton (Devon) le 16 juin 1836, il a alors 75 ans. Au cours de sa dernière année de vie active, il ne montre aucun signe de ralentissement car il ne manque aucune visite annuelle à chaque ferme et station expérimentale. Il quitte Ottawa le 1er mai et visite les stations de Charlottetown, Nappan, Brandon, Indian Head, Rosthern, Scott, Lacombe et Lethbridge. Il est de retour le 12 juin, mais repart six semaines plus tard, le 22 juillet, pour l'Ouest, où le temps des récoltes est tout proche. Il effectue une deuxième tournée à Brandon, Indian Head, Rosthern et Lethbridge. De plus, il séjourne deux jours à Agassiz en Colombie-Britannique où «les récoltes semblent fort prometteuses». Il retourne à Ottawa un mois plus tard.

40 Malheureusement, William Saunders, C.M.G., LL. D. (Queen et Toronto), F.R.S.C., F.A.A.A.S., ne jouira de sa retraite que pendant trois années, à London en Ontario. Au cours de sa longue vie, il aura déployé des efforts surhumains pour assurer le développement de l'agriculture canadienne. L'Immeuble William Saunders, construit sur l'emplacement de sa résidence à la Ferme expérimentale centrale, a été inauguré en juin 1936, 100 ans après sa naissance. Aujourd'hui, il abrite l'herbarium de l'Institut de recherches biosystématiques, une utilisation très appropriée pour cet immeuble qui porte le nom de Saunders.

Joseph Hiram Grisdale succède à Saunders peu de temps après le départ de ce dernier. Il fait partie du personnel de Saunders depuis 1899 lorsqu'il est nommé chef de la Division de l'agriculture après la démission de Robertson. Grisdale demeure responsable de la Division de l'agriculture en 1911 et observe la présentation générale des rapports au ministre, établie par Saunders. En 1912 cependant, le rapport paraît en deux parties. La première, préparée par le directeur, est générale et présente un aperçu des progrès accomplis par la Direction générale au cours de l'année. La seconde, préparée par les chefs de division, décrit les travaux réalisés par chaque division, auxquels s'ajoutent des rapports sur des sujets appropriés, provenant de chaque ferme ou station. Par exemple, Macoun fait état de toute la recherche horticole effectuée dans le service. Grisdale est d'avis que la nouvelle présentation est «plus adaptée et plus utile à la communauté agricole que l'ancien système...». Cette innovation fait plus que doubler le contenu du rapport annuel, d'où la nécessité, en 1913, de le publier en deux volumes.

Thomas A. Sharpe quitte la Ferme expérimentale d'Agassiz en 1911. Ayant acheté une propriété à Salmon Arm, en Colombie-Britannique, en 1905, il en a commencé le défrichement en vue de la cultiver durant ses années de retraite. Il conclut une entente avec Grisdale pour y mettre à l'essai diverses cultures. En 1912, il achète 30 acres (12 ha) déjà cultivés sur lesquels il plante près de 100 variétés de pommiers et 50 variétés de poiriers, cerisiers, pruniers et d'arbres à baies. Sharpe continue de communiquer ses résultats au directeur général

jusqu'en 1919. Âgé de 73 ans, Angus Mackay, régisseur de la Ferme expérimentale d'Indian Head, prend sa retraite en 1913. Il continue cependant de travailler en qualité d'inspecteur des fermes expérimentales de l'Ouest (29) jusqu'à sa mort, survenue le 10 juin 1931 à l'âge de 91 ans.

Dès la fin de 1913, la Direction générale était passée de 5 divisions et 5 fermes expérimentales à 10 divisions et 18 stations ou fermes expérimentales en plus de 9 laboratoires d'entomologie ou de phytopathologie. Toutes les divisions sont centralisées à Ottawa. Il existe six établissements dans les provinces Maritimes, quatre au Québec, quatre en Ontario, neuf dans les provinces des Prairies et quatre en Colombie-Britannique. Saunders et Grisdale ont choisi avec discernement les emplacements de ces installations en tenant compte des besoins de l'industrie agricole. De plus, ayant travaillé sous plusieurs ministres successifs, ils ont pris en considération les demandes soulignant l'intérêt d'un lieu particulier.

Chapitre 5
Les années de guerre et de sécheresse 1914–1936

En 1914, lorsque débute la Première Guerre mondiale, la majorité des divisions des fermes et stations expérimentales sont établies et leurs chefs en place.

Le premier démembrement des fermes expérimentales se produit en 1914, lorsque C.G. Hewitt, l'entomologiste du Dominion, réussit à convaincre le Ministère de grouper les entomologistes dans une direction distincte. À l'époque, l'honorable Martin Burrell, producteur de fruits en Colombie-Britannique, est ministre de l'Agriculture et G.F. O'Halloran sous-ministre. Ce dernier, fils d'un avocat, est lui-même un brillant avocat, à Montréal, avant d'être nommé sous-ministre de l'Agriculture et sous-commissaire aux brevets d'invention, en juin 1902. Sa compétence est nettement axée vers l'aspect juridique plutôt que vers les questions agricoles du Ministère. Le rapport du ministre au gouverneur général pour l'année 1914 englobe la Division de l'entomologie des fermes expérimentales. Le rapport de 1915 ne fait aucune mention de l'entomologie en tant que division des fermes expérimentales ni en tant que direction indépendante. Le rapport suivant du Ministre pour l'année 1916 consacre quatre pages à la Direction de l'entomologie, mais ne fournit aucune explication sur la séparation. Le rapport annuel de 1915, signé par le directeur des fermes expérimentales, Grisdale, comprend une section rédigée par F.W.L. Sladen, chef de la Division de l'apiculture. Sladen adresse son rapport à Grisdale avec la mention «premier rapport de la Division de l'apiculture» et précise que sa division doit son existence à la séparation de la Division de l'entomologie d'avec les fermes expérimentales du Dominion.

Une explication possible de ce changement apparaît dans un court article sous la plume d'Hewitt (20) dans le *Canadian Entomologist*, où il affirme que «le besoin impérieux d'une loi... pour prévenir l'introduction au Canada... d'insectes et de maladies nuisibles aux plantes» a rendu nécessaire la promulgation de la Loi des insectes destructeurs et autres fléaux de 1910. L'autonomie de la Division de l'entomologie est essentielle. Elle doit appliquer une partie de la Loi et cette tâche ne fait pas partie des sphères d'attributions des fermes expérimentales. En 1914, on compte huit laboratoires régionaux d'entomologie de Bridgetown à Agassiz. Hewitt nomme trois inspecteurs et six surveillants à la fumigation. En tant que premier directeur de la direction, il se trouve sur un pied d'égalité avec J.H. Grisdale, tous deux relevant directement du sous-ministre. Sous l'autorité de H.T. Gussow, la Division de la botanique continue d'appliquer les dispositions de la Loi concernant les maladies des plantes tout en restant rattachée aux fermes et stations expérimentales. En 1914, Gussow embauche près de trente employés temporaires à l'inspection des pommes de terre pour

combattre une épidémie de gale poudreuse. Il applique les dispositions de la Loi des insectes destructeurs et autres fléaux, qui concernent les fermes expérimentales, tandis que la Division de l'entomologie, avec moins d'inspecteurs, forme une nouvelle direction.

Le service d'apiculture, dont les travaux sont exécutés sous la surveillance de F.W.L. Sladen, devient une division. Sladen déborde d'enthousiasme. Il installe neuf ruchers en 1913 et en 1914, et trois autres entre 1916 et 1919, de nouvelles stations expérimentales ayant été ajoutées aux cinq premières (27). Bien que le principal objectif consiste à évaluer le potentiel mellifère à chaque station, il dirige quelques expériences sur la gestion et l'hivernage des abeilles. Il analyse personnellement un grand nombre de données obtenues de ces ruchers et apprend une foule de choses sur la relation entre la miélaison et la floraison séquentielle des plantes qui poussent en divers endroits. Il commence également des expériences sur des croisements de reines en se servant d'abeilles importées d'Italie. Malheureusement, Sladen meurt d'une crise cardiaque en 1921, à l'âge de 45 ans. Charles B. Gooderham, adjoint de Sladen, devient le nouvel apiculteur du Dominion.

Diplômé du Collège Macdonald, de Sainte-Anne-de-Bellevue, Gooderham entre à la Division de l'apiculture en 1917. Il reste à ce poste jusqu'à sa retraite en 1949. Gooderham a favorisé la croissance de la production du miel canadien, qui part de 5 millions de livres (2,3 millions kg) seulement en 1921 pour atteindre neuf fois cette quantité en 1964. Il augmente de 17 à 21 le nombre des stations expérimentales où des colonies d'abeilles sont installées. Il met à profit sa grande facilité d'élocution pour s'adresser à des groupes d'intérêt dans tout le pays et veille à la diffusion de renseignements techniques; une telle politique se révèle fort efficace puisqu'en 1964, le Canada compte plus de 45 000 propriétaires de ruches. Gooderham complète les réalisations de Sladen en encourageant la recherche sur l'attrait de différentes plantes pour les abeilles, les effets des insecticides sur les abeilles, le rôle des abeilles dans la pollinisation des cultures commerciales telles que les arbres fruitiers, le trèfle, et les semences potagères, de même que la lutte contre les maladies des abeilles, les méthodes de manutention et de traitement du miel.

En janvier 1915 a lieu à la Ferme expérimentale centrale la première conférence des régisseurs. Ils discutent des travaux expérimentaux en cours et projetés, révisent les objectifs des stations et fermes expérimentales dès lors que les entomologistes font partie d'une direction distincte et s'efforcent de développer un esprit de collaboration entre les fermes, les stations et les laboratoires. Cette première conférence ouvre la voie à de nombreuses autres qui auront lieu au cours des 60 années à venir.

En 1915, le chimiste du Dominion fait part de ses réflexions au sujet de la conscription dans les Forces armées et des effets négatifs des postes vacants sur la réalisation de ses programmes. Il doit retarder des travaux parce qu'il ne peut remplacer les chimistes qui se sont enrôlés dans l'armée. Toutes les autres divisions, stations et fermes expérimentales signalent une augmentation de leurs activités afin d'aider les agriculteurs à la production alimentaire. Les employés de

la Direction des fermes expérimentales ne tardent pas à s'enrôler, car dès le 31 mars 1916, G. Grisdale compte 102 employés en service actif dans l'armée.

En 1914 et en 1915, Grisdale estimant que les nouvelles stations expérimentales fonctionnent bien, décide d'ajouter la Division de vulgarisation et de publicité et la Division des stations de démonstration pour faire connaître et montrer au public les résultats des expériences. Avant 1914, la recherche effectuée dans les fermes expérimentales représentait une contribution spectaculaire lors des grandes expositions agricoles internationales. Les régisseurs présentent des sommaires des recherches à chacune des fermes expérimentales lorsque les associations locales le demandent à l'occasion d'une exposition agricole. En 1914, le personnel de la Ferme expérimentale centrale prépare cinq kiosques complets qui font, chacun séparément, la tournée des expositions agricoles dans tout le Canada. À chacun des dix-huit lieux d'exposition, les travaux particuliers de la ferme expérimentale la plus proche sont également exposés. Ce sont ces activités qui entraînent la création en 1915 de la Division de la vulgarisation et de la publicité avec, à sa tête, J.F. Watson.

John Fixter, premier contremaître à la Ferme expérimentale centrale, et qui plus tard fera partie du personnel du Collège Macdonald comme directeur de la ferme, devient le premier superviseur de la Division des stations de démonstration. En 1915 et 1916, avec l'aide de Grisdale et quelques régisseurs, Fixter choisit l'emplacement de 37 stations de démonstration. Ils s'assurent la collaboration d'agriculteurs privés du Québec, de la Saskatchewan et de l'Alberta pour utiliser des méthodes éprouvées de culture et d'assolement et pratiquer les cultures les plus appropriées à leur région. Les agriculteurs sont indemnisés pour toute perte possible que peuvent entraîner les méthodes plus nouvelles, et ils sont rénumérés lorsqu'ils travaillent sur les parcelles expérimentales qui ne leur rapporteront aucun bénéfice pécunier.

De la pluie, pas plus qu'il n'en faut, un nombre réduit de ravageurs et des conditions idéales donnent d'excellentes récoltes dans presque toutes les régions du Canada au cours de l'année exceptionnelle de 1915. Le blé Marquis représente environ 60 p. 100 des 360 millions de boisseaux (9,8 millions de tonnes) produits dans les trois provinces des Prairies, soit la première grosse année de ce cultivar relativement nouveau. Cette année-là toutes les conditions sont réunies pour prouver la valeur de la recherche agricole. Le temps et les efforts investis par Carling, Gigault et Saunders sont largement récompensés.

Au début de l'année, l'honorable Martin Burrell, ministre de l'Agriculture, demande à tous les agriculteurs canadiens de fournir un effort de production maximal pour répondre aux besoins des pays engagés dans le conflit qui sévit en Europe. Les agriculteurs canadiens, grâce à l'appui inconditionnel des fermes expérimentales, ne le déçoivent pas. Cependant, l'euphorie est de courte durée car en 1916, une grave épidémie de rouille entraîne la perte de 100 millions de boisseaux (2,7 millions de tonnes) de blé, le cultivar Marquis n'opposant guère de résistance à ce champignon.

Un événement intéressant se produit en 1916 avec l'inauguration d'une station expérimentale à La Ferme, située près du lac Esprit dans la région de

l'Abitibi au Québec, sur une terre réservée à cette fin en 1914. La station est d'abord utilisée en 1915 comme camp de prisonniers de guerre qui ont défriché 155 acres (63 ha) de forêt dense; les 2 500 cordes (9 000 m^3) de bois ainsi obtenues sont vendues par le gouvernement pour en faire de la pâte. En septembre 1916, P. Fortier prend la direction de la station comme contremaître et administrateur. En janvier 1917, le camp d'internement est évacué et les fermes expérimentales reprennent la gestion de la station. Un acte du gouvernement du Québec transfert la propriété de 1 200 acres (485 ha) au gouvernement fédéral pour une somme symbolique à condition qu'elle soit utilisée comme station expérimentale. La station produit une grande variété de cultures, élève du bétail et fournit une foule de renseignements précieux sur le potentiel agricole de la région. La Ferme reste en activité jusqu'en 1936.

Avant la Première Guerre mondiale, l'industrie de lin à filasse prospère au Canada. Toutefois, en raison de la rareté et du coût élévé de la main-d'œuvre (manque de machines pouvant la remplacer), le Canada ne peut concurrencer
46 les prix de la fibre importée de Russie. En 1914, la culture du lin occupe une superficie de moins de 2 000 acres (800 ha). Mais la guerre coupe les sources d'approvisionnements d'Europe orientale et, en 1917, la culture du lin connaît un nouvel essor. Les fermes expérimentales organisent une Division de la production économique des fibres sous l'autorité de G.G. Bramhill. Celui-ci établit une petite manufacture pilote de lin à Ottawa, mais dotée de la machinerie la plus moderne de l'époque. Il embauche un ouvrier linier avec 20 ans d'expérience dans la culture et le rouissage du lin et la fabrication de la toile. Des expériences sont effectuées pour déterminer les régions du Canada qui conviennent le mieux à la culture du lin à filasse, les engrais nécessaires, dans quelle mesure le lin appauvrit les sols et d'autres facteurs relatifs à la rentabilité de la production de cette fibre. Il envisage la création d'une manufacture de papier ou de carton pour utiliser les résidus. Il encourage les agriculteurs et les propriétaires de manufactures de lin à augmenter les surfaces réservées à la culture de cette fibre. D'autres expériences sont réalisées afin de déterminer dans quelle mesure le chanvre peut être cultivé de façon économique au Canada pour la fabrication de la fibre. Bramhill ne reste avec la division qu'une seule année et, en 1918, R.J. Hutchinson lui succède.

Hutchinson est l'«ouvrier linier» que Bramhill a embauché l'année précédente. Né en Irlande du Nord, où il a acquis sa formation pendant 5 ans à la *Flax Spinning Company* d'Armagh, il se rend ensuite en 1912 à Stuttgart en Allemagne, et à Bruges en Belgique, pour y apprendre les méthodes de production de la fibre. En 1914, le gouvernement de l'Irlande du Nord lui confie la tâche d'acheter et de classer la fibre de lin. Il arrive au Canada en 1916 pour prendre en charge le service de filature d'une grande usine de lin qui fabrique des cordons (de canon), des ficelles (à nettoyer les fusils), des cordages et des bretelles. Son long mandat de chef de division se prolonge jusqu'en 1952.

En 1918, le sous-ministre O'Halloran prend sa retraite et l'honorable T.A. Crerar, ministre de l'Agriculture, nomme le directeur général Grisdale au poste de sous-ministre. E.S. Archibald, zootechnicien du Dominion depuis 1912,

remplace Grisdale en 1919. Archibald, né à Yarmouth en Nouvelle-Écosse, obtient un diplôme ès arts de l'Université Acadia et un diplôme en agriculture de l'Université de Toronto. Il enseigne pendant 4 ans au Collège d'agriculture de Nouvelle-Écosse avant de venir travailler dans les fermes expérimentales. Grisdale avait continué d'assumer la responsabilité de la Division des grandes cultures pendant son mandat de directeur. Archibald suit son exemple jusqu'à ce qu'il nomme à ce poste le Dr E.S. Hopkins en 1920.

Hopkins, né à Lindsay (Ontario), obtient son diplôme du Collège d'agriculture de l'Ontario en 1911 et sa maîtrise en pédologie de l'Université Cornell en 1915. Tout en poursuivant ses études pour l'obtention de sa maîtrise, il est représentant agricole dans le comté de Peterborough (Ontario) pendant 2 ans, après quoi il devient professeur à l'école d'agriculture de Vermilion en Alberta, pendant cinq ans. Avant d'accepter le poste d'agronome du Dominion, il a été l'agent provincial responsable de l'étude des sols à l'école d'agriculture d'Olds en Alberta.

Après la Première Guerre mondiale, l'économie canadienne se consolide. Il est facile d'obtenir un emploi, mais les universités commencent à peine à mettre sur le marché des diplômés en agriculture. C'est pourquoi, Archibald signale en 1920 qu'il ne peut engager que douze diplômés, mais il en perd quatorze qui donnent leur démission. La demande de la part du secteur privé est grande et les salaires y sont plus élevés que ceux offerts par le gouvernement fédéral. Cependant, la situation s'améliore au cours des cinq années suivantes, puisque Archibald est en mesure d'engager 78 diplômés et n'en perd que 26, dont un bon nombre prennent leur retraite après avoir terminé leurs années de service. C'est au cours de cette période que des noms tels que Goulden, Neatby, Hilton, Conners, Craigie, Ripley et Margaret Newton apparaissent sur les listes de nouveaux membres du personnel. Sur l'organigramme des fermes expérimentales figurent 13 divisions, 32 fermes et stations expérimentales et 8 laboratoires régionaux de phytopathologie. Les laboratoires de pathologie relèvent directement du botaniste du Dominion, et deux des stations expérimentales, où le tabac est la principale culture, relèvent directement de l'agent en chef des tabacs du Dominion.

Tout comme Grisdale avant lui, Archibald modifie la présentation de ses rapports annuels. Pendant les années de guerre, le volume de chaque rapport se réduit à un bref exposé des travaux réalisés. Après la guerre, Archibald revient à la méthode utilisée par Saunders. Lui-même écrit un résumé et un court compte rendu. Chaque division rédige un rapport sur son propre domaine et chaque ferme expérimentale ou station prépare son propre rapport. Archibald considère que c'est rendre un meilleur service aux agriculteurs que de leur communiquer les résultats de la recherche effectuée dans leur zone climatique et pédologique. Il tient à ce que les renseignements à jour parviennent rapidement aux agriculteurs au moment voulu. C'est pourquoi les fermes expérimentales publient tous les quatres mois un bulletin intitulé *Seasonal Hints*, expédié par la poste à 300 000 agriculteurs. En outre, plus de 400 articles de presse sont publiés chaque année.

Dans la majeure partie du Canada, la quantité des précipitations pluviales est faible en juin et juillet 1920. Les rendements n'atteignent pas la moyenne, sauf à une ou deux stations dans l'Est du pays. L'érosion des sols se produit dans les fermes et les stations des Grandes Plaines, à Brandon, Indian Head, Scott, Rosthern et Lethbridge. Ce phénomène est aussi couramment observé dans les fermes des particuliers, notamment là où les jachères d'été produisent un sol poussiéreux en surface. Toutefois, certains agriculteurs ont abandonné cette pratique et laissent plus grossière la surface de leur jachère d'été. D'autres adoptent une méthode de culture en bandes et se servent de bandes alternées, d'une largeur de 16 perches (80 m), de cultures et de jachères d'été orientées du nord au sud à angle droit par rapport aux vents dominants de l'Ouest. Les fermes et les stations expérimentales commencent à vérifier l'efficacité de ces méthodes et autres techniques pour préparer le sol et faire la jachère d'été de manière à réduire les déperditions de sol et d'humidité. La station de Swift Current en Saskatchewan, située au centre de la région où les précipitations sont les plus faibles, est l'objet d'une réorganisation spéciale en vue d'étudier les moyens d'adapter les pratiques culturales à ces conditions climatiques. La sécheresse de 1920 donne un avant-goût des événements à venir.

L'année 1921 est marquée par le départ de Charles Saunders, qui donne sa démission pour des raisons de santé. Rappelons que c'est à Saunders, céréaliste du Dominion, que l'on doit la création du blé vitreux roux de printemps Marquis. Le Guide des agriculteurs unis de Gardenvale (Québec) dans son éditorial du 1er février 1922, déplore la démission de Charles Saunders en affirmant que son départ n'est pas motivé «par des raisons qui sont à l'honneur du ministère de l'Agriculture à Ottawa». De son côté, Saunders rédige un article qui sera lu au Congrès des sociétés agricoles du Manitoba et où il explique qu'il a «tout compte fait décidé d'abandonner la recherche agricole à cause des déceptions des dernières années qui ont pour le moins étouffé mon entrain et mon enthousiasme». Cependant, il ne présente pas sa communication en personne parce qu'il est souffrant. H.L. Newman, secrétaire trésorier depuis 1905 de la *Canadian Seed Growers' Association*, est engagé en 1923 en qualité de céréaliste du Dominion. Newman, diplômé de Guelph, a fait ses études à l'*Iowa State College* aux États-Unis, à Cambridge en Angleterre et à la station de recherches sur la génetique des plantes de Svalof en Suède. Il connaît Saunders et le tient en haute estime pour sa contribution à l'agriculture canadienne. Newman constitue un choix excellent en tant que successeur de Saunders.

En 1920, Macoun, horticulteur du Dominion, se voit confier la charge supplémentaire de commissaire à la Commission d'embellissement d'Ottawa (C.E.O.), poste qu'il occupe jusqu'au moment de sa retraite en 1933. En 1927, la C.E.O. devient la Commission du district fédéral qui, à son tour, en 1959, prend le nom de Commission de la Capitale nationale. Nul doute que grâce aux conseils professionnels de Macoun, pendant son mandat de commissaire, un certain nombre de parcs de la C.E.O. et d'avenues à Ottawa sont planifiés et agrandis. Mentionnons la Promenade, la Place de la Confédération, l'avenue

Island Park, le park Rockcliffe, le parc Majors' Hill et tous les principaux parcs et avenues existant aujourd'hui à Ottawa.

La dernière division créée au sein du réseau des fermes, exception faite des réorganisations, est la Division de la bactériologie. En 1923, le Dr A. Grant Lochhead est nommé au poste de bactériologiste du Dominion. Lochhead, diplômé de l'Université McGill, a étudié pendant deux ans en Allemagne, où il a été interné dans un camp pendant la Première Guerre mondiale de 1914 à 1918. Il enseigne la bactériologie au Collège McDonald, travaille pour la *Canadian Milk Products Ltd.*, puis pour la *Malt Products Company of Canada* avant de retourner finalement à l'enseignement, mais cette fois à l'Université de l'Alberta. Lochhead demeure chef de la division jusqu'à sa retraite en 1956. La création de la Division de bactériologie avait pour but d'assurer aux autres divisions et aux scientifiques en dehors d'Ottawa des services semblables à ceux fournis par la Division de la chimie. Une partie des travaux de bactériologie, désormais confiés à la nouvelle division, ont jusqu'ici été exécutés par la Division de la botanique.

Nombreux sont ceux qui se préoccupent de la propagation de la rouille dans les cultures canadiennes de blé. Le 25 juin 1924, le Dr J.H. Grisdale, sous-ministre au ministère de l'Agriculture du Canada, et le Dr H.M. Tory, président du Conseil national de la recherche scientifique et industrielle, communément appelé Conseil national de recherches du Canada ou CNRC (40), se rencontrent pour organiser une conférence de spécialistes afin d'analyser la situation et dresser un plan destiné à restreindre et à enrayer l'expansion de la rouille.

Le Dr E.C. Stakman de l'Université du Minnesota vient de découvrir que le champignon porteur de la rouille de la tige du blé comporte de nombreuses formes distinctes qui entraînent diverses réactions chez les différentes variétés de blé. Cette découverte ouvre la voie à une nouvelle ligne de pensée, dont l'importance est exposée dans la partie II. La conférence organisée par Grisdale et Tory a lieu les 9 et 10 septembre 1924 en présence des Drs Hayes et Stakman du Minnesota. D'après Johnson (23), cette conférence pose les jalons de la lutte contre la rouille des blés canadiens.

C'est à l'issue de cette conférence que sera décidée la création du Laboratoire fédéral de recherches sur les rouilles sur le campus du Collège d'agriculture de Winnipeg. L'intéressant épisode de la collaboration entre les fermes expérimentales, le Conseil national des recherches, le Collège d'agriculture de Winnipeg, d'autres universités canadiennes, des universités américaines (notamment celle du Minnesota) et les divisions des céréales et de la botanique est relaté dans Johnson (23) et dans Gridgeman (18).

Ce n'est pas avant 1924 que des divisions autres que celles de la botanique et des tabacs nomment des techniciens à l'extérieur d'Ottawa pour s'occuper de leurs propres domaines de recherche. Cette année-là, Sydney E. Clarke est nommé agronome adjoint à la Division des fourrages et Leonard B. Thomson devient agent responsable des grandes cultures à la Division du même nom, toutes deux situées à Swift Current et desservant la Saskatchewan et l'Alberta. Ces deux hommes joueront un rôle important dans l'évolution de l'agriculture canadienne, Clarke par sa contribution à l'utilisation du territoire des autochtones en Saskatchewan, en

Alberta et en Colombie-Britannique, et Thomson en qualité de régisseur de la Station expérimentale de Swift Current, puis de directeur de l'Administration du rétablissement agricole des Prairies.

La Division de la chimie travaille en étroite collaboration avec les autres divisions. Par exemple, en 1925, Shutt effectue une étude globale traitant des effets du cultivar et du milieu sur la teneur protéique du blé vitreux roux de printemps. Il analyse des échantillons des mêmes cultivars de blé cultivés à 18 endroits différents de Charlottetown (Île-du-Prince-Édouard) à Saanichton (Colombie-Britannique) et constate que certains comme le blé Marquis possèdent immanquablement une teneur protéique supérieure à celle d'autres variétés. De même, les variétés de blé cultivées dans des conditions de sécheresse ont une teneur glutineuse plus élevée que les blés cultivés dans des conditions humides. Au tournant du siècle, Saunders a pu constater ce fait au cours de ses observations répétées, mais en raison du manque de méthodes analytiques appropriées, il n'est pas en mesure d'établir les différences avec exactitude.

La Division de la chimie effectue des travaux en collaboration avec la Division de l'élevage sur la viande de porc molle, l'alimentation du bétail et de la volaille, avec la Division de l'horticulture sur les fruits et les légumes déshydratés, avec la Direction générale de l'entomologie et la Division de la botanique sur les insecticides et les fongicides, et avec la Direction générale de l'hygiène vétérinaire sur la viande et les produits laitiers.

En 1919, on organise des concours de ponte. Le premier compte 1 610 poules qui pondent une moyenne de 122 œufs. Six ans plus tard, treize concours sont disputés avec 4 100 poules qui pondent une moyenne de 172 œufs, soit une augmentation de 40 p. 100 ou plus de 6 p. 100 par année. Toutes les poules qui pondent au moins 200 œufs sont sélectionnées comme reproductrices, à condition qu'elles répondent à d'autres critères. Sur les 1 301 poules ayant pondu le nombre d'œufs requis, seulement 666 sont sélectionnées, les autres étant éliminées parce qu'elles ont pondu des œufs de taille inférieure à la normale ou parce qu'elles ne répondent pas aux critères de la race. Nul doute que les concours de ponte d'œufs incitent les éleveurs canadiens à améliorer la qualité et le rendement de leurs volailles. En 1926, la Ferme expérimentale d'Agassiz s'attire une renommée mondiale à la suite d'un concours de ponte d'œufs, au cours duquel une poule appartenant à l'Université de Colombie-Britannique a pondu 351 œufs en 365 jours, un record mondial à l'époque.

Certaines années, des précipitations inférieures à la moyenne pendant l'été occasionnent de faibles rendements de céréales dans les provinces des Prairies. Par conséquent, en 1926, les chercheurs à Swift Current et à Lethbridge, commencent à concentrer leurs efforts sur l'amélioration des moyens de capter, de conserver et d'utiliser les faibles quantités d'humidité disponible. Les espèces et les variétés de cultures font l'objet d'études visant à déterminer celles qui peuvent supporter la sécheresse et en même temps produire suffisamment d'aliment pour nourrir le bétail.

De 1920 à 1930, sous la direction de Gussow, la Division de la botanique et de la phytopathologie accomplit d'immenses progrès. Des laboratoires sont

crées à Sainte-Anne-de-la-Pocatière, à Winnipeg, à Edmonton, à Summerland et à Saanichton. Il convient ici de rendre hommage à une éminente famille d'agriculteurs dont certains membres ont été pathologistes. William (Bill) Newton, qui devient agent responsable du laboratoire de phytopathologie de Saanichton, commence sa carrière de phytopathologiste à la Ferme expérimentale d'Agassiz en 1927. L'année suivante, il entre au laboratoire de phytopathologie à l'Université de la Colombie-Britannique à Vancouver, où il travaille avec H.S. Macleod sur les virus de la pomme de terre. Après une autre année, une troisième étape le mène à Saanichton, où il étudie différentes méthodes de préparation de la bouillie bordelaise (un fongicide) et le mildiou du houblon. Il demeure à Saanichton jusqu'à sa retraite 30 ans plus tard, ayant enfin trouvé l'endroit idéal pour se consacrer à la pêche. La famille Newton compte cinq agronomes réputés. Margaret Newton est phytopathologiste au Laboratoire fédéral de recherches sur les rouilles à Winnipeg. Dorothy Newton, botaniste, épouse plus tard W.E. Swales, un pathologiste vétérinaire de l'Institut de parasitologie animale du ministère de l'Agriculture du Canada à Sainte-Anne-de-Bellevue. John Newton est professeur et chef du département de la science des sols à l'Université de l'Alberta. Robert Newton est, à une époque, céréaliste adjoint du Dominion à Ottawa, puis il passe quelques années à l'Université de l'Alberta et au Conseil national de recherches du Canada. De retour en Alberta où il est nommé doyen de la faculté d'agriculture, il deviendra ultérieurement président de cette université.

La Division de la botanique est également responsable du programme de certification des semences de pommes de terre dans tout le Canada et fonde son autorité sur la Loi des insectes destructeurs et autres fléaux. Le Service d'inspection des pommes de terre connaît des débuts modestes en 1915, au sein de la Division de la botanique. À cette époque, il y a une inspection limitée des champs de pommes de terre au Nouveau-Brunswick, en Nouvelle-Écosse et à l'Île-du-Prince-Édouard suivie, après la récolte, de l'examen des tubercules par les scientifiques des laboratoires de chaque province. En 1916, l'inspection se poursuit et un certain nombre de champs sont reconnus officiellement comme étant exempts de maladie. Le premier envoi de semences certifiées de pommes de terre aux Bermudes provient de ces champs. La même année, une inspection limitée est effectuée au Québec. Chaque année, c'est au tour d'une autre province. En 1920, les producteurs de pommes de terre de l'Alberta bénéficient de ce service. Jusqu'en 1920, Paul A. Murphy, agent responsable du laboratoire de phytopathologie de Charlottetown, est chargé de l'application du programme mais, à sa retraite, Gussow transfère le service de gestion du programme au siège de la Division à Ottawa sous la direction de G. Partridge. Les producteurs de pommes de terre de table constatent qu'ils obtiennent des augmentations de rendement de 25 boisseaux (670 kg) par acre lorsqu'ils se servent de semences approuvées. Les producteurs de semences s'aperçoivent qu'ils reçoivent de meilleurs prix et accèdent plus facilement aux marchés d'outremer lorsque leur produit est approuvé. En 1920, 338 000 boisseaux (9,2 milliers de tonnes) sont approuvés. Sept ans plus tard, 2,5 millions de boisseaux (68 000 tonnes) sont

approuvés, opération qui exige l'inspection de 28 500 acres (11 500 ha). Les activités de la Division de la botanique et de la phytopathologie dans d'autres domaines s'accroissent au même rythme, comme le prouve le rapport annuel de Gussow qui passe de 100 pages en 1921 à 250 pages en 1927.

La Ferme expérimentale centrale obtient en 1929 du magnat de l'industrie forestière, J.R. Booth, 361 acres (146 ha) supplémentaires pour étendre la superficie des cultures expérimentales. Ainsi, la Division des plantes fourragères augmente ses plantations de maïs hybride et de tournesol, dont un grand nombre donne des rendements sensiblement supérieurs aux mélanges commerciaux courants. La même année, le nombre des stations de démonstration dans tout le Canada s'élève à 186.

Le 25 avril 1929, un petit comité du Conseil privé du Canada pour la recherche scientifique et industrielle se rencontre à l'heure du déjeuner. Il a pour tâche de décider des principales politiques en rapport avec les travaux du Conseil national de recherches du Canada. Parmi les ministres présents se
52 trouve l'honorable Richard W. Motherwell, ministre de l'Agriculture. Au cours des deux années suivantes, ce comité se réunit plusieurs fois et, le 5 novembre 1931, envisage la possibilité de «centraliser le contrôle des activités de recherche» du gouvernement fédéral sous l'autorité du CNRC. Le procès-verbal de la réunion signale que la majorité des ministres présents penchent en faveur de la centralisation. Cependant, comme le ministre de l'Agriculture d'alors, l'honorable Robert Weir, n'est pas d'accord, il fait venir à la réunion suivante Grisdale, Archibald, Gussow, Hopkins, MacMillan, Newman et Watson du Ministère. H.M. Tory, président du CNRC, également présent, explique de quelle manière les recherches en collaboration sont planifiées et dirigées par les comités associés du CNRC. Il ajoute que chaque laboratoire participant traite de questions précises dans le cadre d'un programme complet «élaboré» par le Comité, ce qui permet d'éviter ainsi une répétition inutile des travaux. Weir suggère qu'il pourrait être nécessaire d'établir un conseil de recherche agricole parallèle pour diriger les activités en ce domaine, comme c'est le cas en Angleterre. Tory ne reconnaît pas la nécessité d'un tel organisme étant donné que le CNRC dispose déjà de l'autorité légale et des installations pour assurer ces services. Grisdale admet que certains comités du CNRC ont rendu de précieux services à l'agriculture, mais estime que ces services auraient pu être assurés par le ministère de l'Agriculture, si les premiers n'avaient pas assumé cette tâche.

Le procès-verbal rapporte qu'un «long débat s'ensuit» mais qu'aucune unanimité n'est faite sur la manière d'obtenir «l'adhésion enthousiaste» des agents du ministère de l'Agriculture. Étant donné que la collaboration existant déjà entre les scientifiques du Ministère et du CNRC est excellente, il s'agit davantage d'un problème d'administrateurs essayant de s'approprier une part plus importante des ressources limitées au plus fort de la crise des années 1930. Le problème est résolu trois ans plus tard, le 11 décembre 1934, lors de la 105e assemblée du CNRC. Les comités associés du CNRC intéressant l'agriculture sont réorganisés en tant que comités mixtes entre le ministère de l'Agriculture et le CNRC. Le Dr J.M. Swaine qui, au cours de cette même année, a été

nommé directeur de la recherche pour le Ministère, accepte de faire partie de tous les comités mixtes. Entre temps, Barton a remplacé Grisdale au poste de sous-ministre.

Des vents chauds et de faibles précipitations dans toutes les provinces des Prairies marquent les années 1930. Archibald note que même si les précipitations restent dans la moyenne jusqu'à la fin de mai, une sécheresse prolongée s'installe en juin et détériore implacablement les récoltes. Cette sécheresse a pour effet de produire du blé de meilleure qualité, mais des rendements beaucoup plus faibles. Une fois encore, le printemps de 1931 amène des vents violents, l'érosion du sol et la nécessité d'ensemencer à nouveau de nombreuses régions dans les trois provinces. Les récoltes de l'est du Canada sont à peu près normales, mais le désert qui a commencé à s'installer dans l'Ouest canadien en 1929 est maintenant solidement établi dans l'est de l'Alberta et l'ouest de la Saskatchesan. Gray (17) fait remarquer que le désastre qui frappe les Prairies pendant les années 1930 est dû tout autant à la chute des prix du blé par suite de la crise mondiale qu'à la faible production de blé causée par un manque d'humidité. Les rendements par acre tombent d'une moyenne de 23 boisseaux (625 kg) en 1929 à 9 boisseaux (240 kg) en 1931 pour descendre jusqu'à 3 boisseaux (80 kg) en 1937. Par la même occasion, le revenu passe de 1,25 $ le boisseau en 1928 à 0,06 $ en 1931. De toute façon, un rendement de 3 boisseaux par acre, quels que soient les prix, est un désastre!

Le désert n'a pas pris forme en l'espace d'une nuit. Les scientifiques d'Indian Head, de Scott, de Swift Current et de Lethbridge connaissaient les dangers causés par l'érosion du sol. Les champs dont le sol est emporté par le vent perdent leur précieuse matière organique. De plus, ces champs sont endommagés soit par le bombardement de petites particules de sol, soit par l'accumulation de sable le long des clôtures. En 1930, le personnel des fermes expérimentales ne connaît qu'une partie des réponses nécessaires pour faire reculer le désert. Il sait que les agriculteurs doivent labourer leurs champs au bon moment ou pas du tout. Il sait que certaines zones doivent être restituées à la culture de graminées. Il sait que le chaume produit par la récolte de l'année précédente et les mauvaises herbes détruites par les jachères doivent être laissés à la surface des champs pour emprisonner la neige et empêcher l'érosion du sol.

Il n'ignore pas non plus que, lorsque le vent commence à entraîner le sol, l'agriculteur doit prendre des mesures immédiates par le billonnage du terrain à angle droit avec la direction du vent pour limiter les dégâts. Tous ces renseignements recueillis en 1934 par Hopkins, Barnes, Palmer et Chepil sont publiés (21) en 5 000 exemplaires. À la même époque, l'honorable Robert Weir, ministre fédéral de l'Agriculture, présente un projet de loi visant à créer l'Administration du rétablissement agricole des Prairies (ARAP). Le projet est présenté en dernière lecture le 11 avril 1935.

L'histoire de l'ARAP, de son évolution et de ses réalisations a été racontée par différents auteurs (38, 39). Cependant, pour commencer, l'ARAP est administrée par le personnel des fermes expérimentales. Archibald, chargé de gérer les budgets votés pour lutter contre l'érosion du sol, fait preuve d'une grande

compétence en la matière. Depuis 1929, c'est-à-dire depuis le début de la crise, les chefs de division et les régisseurs des fermes expérimentales voient leurs crédits s'amenuiser. Tous essaient de se débrouiller avec les fonds dont ils disposent. Mais, grâce à la création de l'ARAP et l'octroi d'un million de dollars par année pour aider les agriculteurs à lutter contre l'érosion des sols et remettre en état les champs dégradés, chacun sent renaître la confiance. Les détails techniques concernant les mesures correctives employées sont décrits dans la partie II du présent historique. Les deux années qui suivent sont fort mouvementées pour les stations concernées. En 1937, l'honorable James Garfield Gardiner, ministre de l'Agriculture du Canada, propose de modifier la loi relative à l'ARAP pour donner plus de pouvoirs à l'Administration et réduire la participation des fermes expérimentales.

Cette même année, la Direction générale des fermes expérimentales célèbre son 50e anniversaire. Les derniers chefs de division nommés par William Saunders ont déjà pris leur retraite en 1933. Shutt, le chimiste du Dominion, est âgé de 71 ans, et Macoun, l'horticulteur du Dominion, de 64 ans. C'est une grande joie pour Shutt de pouvoir assister aux célébrations de 1937. Toutefois, à cette date, de nouvelles équipes sont à l'œuvre et vont donner une orientation entièrement nouvelle au réseau des fermes expérimentales.

Chapitre 6
La Direction générale de l'entomologie 1914–1936

Il faut remonter à 1914 pour pouvoir suivre l'évolution de la Direction générale de l'entomologie qui, cette année-là, se sépare des fermes expérimentales. L'entomologie est alors la seule division qui devient une direction spéciale, bien que plus tard, plusieurs autres divisions se joignent aux entomologistes et les choses en restent là pendant un peu plus de vingt ans avant le regroupement définitif avec les fermes expérimentales pour former la Direction générale de la recherche.

La création de la Direction générale de l'entomologie coïncide avec la déclaration de la Première Guerre mondiale, et son existence relativement brève se termine peu de temps avant la Seconde Guerre mondiale. L'entre-deux-guerres a été témoin de l'expansion des vergers commerciaux et des exploitations forestières dans les Maritimes, au Québec, en Ontario et en Colombie-Britannique, et de l'accroissement des surfaces cultivées de céréales dans les provinces des Prairies. L'augmentation de plantes-hôtes appropriées a directement entraîné la prolifération d'insectes nuisibles comme le carpocapse de la pomme et divers acariens dans les fruits, les tordeuses des bourgeons de l'épinette et les scolytes de l'écorce dans les forêts, les vers-gris, les tenthrèdes de la tige de blé et les vers fil-de-fer dans les céréales et les cultures fourragères. Les poudrages et les pulvérisations sont employés depuis longtemps dans les vergers et les forêts, tandis que des appâts empoisonnés sont efficaces contre les sauterelles et d'autres insectes qui attaquent les grandes cultures des champs. Au cours de cette période, la lutte contre les insectes est caractérisée surtout par des variations et des modifications de méthodes éprouvées en agriculture et en foresterie.

Au moment de la dissociation des entomologistes, le Dr C.G. Hewitt est entomologiste du Dominion. Il prend la tête de la nouvelle direction générale. Il est âgé de 24 ans lorsque le directeur Saunders le nomme directeur de la Division de l'entomologie des fermes expérimentales. Hewitt a obtenu son doctorat ès sciences (D. Sc.) à l'âge de 20 ans, à l'Université de Manchester où il a enseigné jusqu'à son départ pour le Canada en septembre 1909. Il s'intègre immédiatement à la communauté scientifique car il est élu vice-président de l'*Ontario Entomological Society* en 1910. Sous sa gouverne, les entomologistes de la nouvelle direction générale sont affectés à quatre divisions fonctionnelles : insectes nuisibles aux grandes cultures et aux jardins (1914), insectes nuisibles aux forêts (1914), destruction des ravageurs étrangers (1919) et entomologie systématique (1919). Cette base est élargie par la suite avec la création d'une cinquième division sous l'autorité de son successeur, Arthur Gibson, qui ajoute la Division des recherches sur les insectes nuisibles aux produits entreposés (1932).

En 1917, par un arrêté en conseil du 10 avril, Hewitt cumule de nouvelles fonctions en qualité d'expert-conseil en zoologie. À ce titre, il conseille le gouvernement du Canada sur des questions liées à la protection des oiseaux et des mammifères, et il devient également secrétaire de la Commission consultative sur la protection de la faune. Il annonce avec plaisir l'adoption en 1917 de la Loi sur la Convention concernant les oiseaux migrateurs, qui protège tous les oiseaux insectivores et présente donc un grand intérêt pour l'agriculture.

Le 29 février 1920, Hewitt meurt des suites d'une pneumonie contractée après une violente grippe. Âgé seulement de 35 ans, il jouissait d'une grande renommée dans tout le Canada et à l'étranger et il excellait dans ses fonctions d'entomologiste économiste, de spécialiste de la faune et d'administrateur. Outre sa participation aux activités de sociétés scientifiques, il apporte son précieux concours à des organisations civiques à Ottawa. Il est remplacé par Arthur Gibson au poste d'entomologiste du Dominion.

Né à Toronto en 1875, Gibson est un entomologiste amateur enthousiaste dès son enfance. Il entre au réseau des fermes expérimentales en 1899 en qualité de deuxième adjoint de Fletcher (J.A. Guignard, un commis, est le premier adjoint). Gibson, qui possède de vastes connaissances sur les papillons, a publié plusieurs articles sur ce sujet dans les rapports de l'*Entomological Society of Ontario*, avant 1899. Il est élu président de l'*American Association of Economic Entomologists* en 1926. En 1927, il est nommé conservateur honoraire d'entomologie pour les Musées nationaux du Canada, tout en continuant de représenter le Ministère à la Commission consultative du contrôle de la faune. Sa responsabilité au musée consiste à organiser une exposition éducative sur les insectes et leurs activités. En 1935, l'Université Queen lui décerne, à titre honorifique, un doctorat (LL. D.) pour ses services exceptionnels dans le domaine de l'entomologie au Canada.

INSECTES NUISIBLES AUX GRANDES CULTURES ET AUX JARDINS

Arthur Gibson est nommé chef de la Division des insectes nuisibles aux grandes cultures et aux jardins, à sa création en 1914. Comme dans le cas des fermes expérimentales, les scientifiques de la Direction générale de l'entomologie, et particulièrement ceux de la division précitée, accordent une attention spéciale pendant la Première Guerre mondiale à la protection des cultures afin de maximiser la production alimentaire des agriculteurs. La demande d'aide émanant des agriculteurs oblige la direction à augmenter le nombre de scientifiques à l'extérieur d'Ottawa. Dès 1919, il existe 10 laboratoires régionaux, au moins un dans chaque province, à l'exception de l'Île-du-Prince-Édouard. Ils sont souvent situés sur les lieux mêmes des fermes ou des stations expérimentales ou près de celles-ci.

Le Canada interdit l'importation de maïs fourrager et divers autres produits de maïs de certaines régions des États-Unis à compter du 19 mai 1919 afin d'empêcher l'introduction au pays de la pyrale du maïs, un ravageur bien

implanté dans certaines zones américaines. Malheureusement, la pyrale se manifeste pour la première fois au Canada, à la fin d'août 1920. En dépit d'un effort intensif pour l'éliminer, elle continue de se propager dans le sud-ouest de l'Ontario à tel point qu'en 1925 Gibson signale sa prolifération alarmante. L'histoire des efforts déployés pour l'enrayer est relatée dans un chapitre ultérieur.

Lorsque Gibson devient entomologiste du Dominion, après la mort prématurée d'Hewitt en 1920, R.C. Treherne, de Vernon en Colombie-Britannique, s'installe à Ottawa pour diriger la Division des insectes nuisibles aux grandes cultures et aux jardins. Arrivé au Canada en 1905, à l'âge de 19 ans, Treherne est entré au Collège d'agriculture d'Ontario à l'automne de la même année. Après l'obtention de son diplôme il travaille en qualité d'inspecteur provincial de pépinières, puis d'agent régional au Nouveau-Brunswick pour la Division de l'entomologie. En 1911, il inaugure le laboratoire d'entomologie de la station de Vineland et plus tard, dans la même année, prend en charge le nouveau laboratoire d'entomologie de la Ferme expérimentale d'Agassiz. À la création de la Direction générale de l'entomologie en 1914, Treherne est nommé agent responsable de la Colombie-Britannique et s'installe à Vernon. Il meurt subitement le 7 juin 1923, à l'âge de 37 ans, 3 ans après avoir quitté Vernon pour Ottawa. En 1925, H.G. Crawford le remplace à la tête de la division.

Né à Mahone Bay en Nouvelle-Écosse, et diplômé du Collège d'agriculture d'Ontario en 1915, Crawford obtient une maîtrise à l'Université d'Illinois en 1917. Au cours de ses études, il travaille l'été comme stagiaire pour l'entomologiste provincial de l'Ontario et au laboratoire d'entomologie de Strathroy en Ontario. Il enseigne l'entomologie à Guelph pendant deux ans, puis entre à la Direction générale de l'entomologie en 1920, où il devient rapidement le spécialiste canadien de la pyrale du maïs. Crawford passe pour une personne dynamique, enthousiaste, à l'esprit pénétrant et ayant le sens de l'humour.

Les années 1930 représentent une période exceptionnelle dans les provinces des Prairies. Seuls les problèmes sans précédent de sécheresse et d'érosion des sols dépassent la gravité des ravages causés par les insectes. L'érosion éolienne des sols oblige les agriculteurs à modifier les pratiques culturales, ce qui rend la lutte contre les insectes plus difficile. Par exemple, la culture en bandes augmente considérablement le nombre et la superficie des espaces entre les champs cultivés et les chaumes. Ce mode de culture permet aux sauterelles et aux tenthrèdes des chaumes adjacents, principale source d'infestation, d'accéder plus facilement aux cultures. La sécheresse persistante s'ajoute aux risques de dommages causés par le ver fil-de-fer et à l'expansion des infestations du ver-gris orthogonal.

Des efforts prodigieux visant à découvrir des moyens de diminuer les pertes de récoltes sont déployés par un personnel professionnel réduit au minimum et placé sous la direction d'hommes comme Arthur Kelsall (Annapolis Royal), J.D. Tothill (Fredericton), C.E. Petch (Hemmingford), W.A. Ross (Vineland), H.G.M. Crawford (Chatham), Norman Criddle (Treesbank), K.M. King (Saskatoon), H.L. Seamans (Lethbridge) et E. Hearle (Kamloops).

Criddle, un éminent naturaliste canadien autodidacte, qui est aussi un artiste et un ami de James Fletcher, est nommé par Hewitt en 1913. Seamans et King sont respectivement recrutés en 1921 et 1922 par Arthur Gibson, au Collège d'agriculture de l'État du Montana, situé à Bozeman. Ces hommes recrutent graduellement leur personnel qui ne réunit que de jeunes entomologistes canadiens. Ces néophytes se voient rapidement attribuer des tâches importantes et sont encouragés à obtenir des diplômes d'études supérieures dans des universités renommées aux États-Unis afin de former un personnel aux connaissances diversifiées. À l'époque, il n'y a que deux universités au Canada qui offrent de tels diplômes en entomologie. C'est ainsi que R.D. Bird et R.H. Handford (Treesbank), A.P. Arnason, R. Glen et H. McDonald (Saskatoon), C.W. Farstad, G.F. Manson et R.W. Salt (Lethbridge) accèdent tous à de hautes responsabilités dans le développement de l'entomologie et de la recherche agricole au Canada.

Étant donné l'existence d'un seul laboratoire d'entomologie dans chacune des provinces des Prairies, les limites territoriales des provinces déterminent les responsabilités générales géographiques. Les insectes ne respectant pas les limites provinciales, les trois agents responsables établissent, avec l'approbation de l'entomologiste du Dominion, de nouvelles sphères d'attribution couvrant la région des Prairies en entier : Treesbank oriente les premiers travaux sur les sauterelles, Saskatoon s'occupe de l'ensemble des recherches sur le ver fil-de-fer et le ver-gris à dos rouge, tandis que Lethbridge s'intéresse au cèphe du blé et au ver-gris orthogonal. Les directeurs de programmes reçoivent de leur personnel, qui réside et travaille dans leur province respective, toute l'aide nécessaire pour mener à bien les activités relevant de leurs divers domaines de spécialisation.

Une collaboration intensive est maintenue entre les laboratoires d'entomologie, les fermes expérimentales et les ministères provinciaux de l'agriculture dans la réalisation de campagnes de recherche et de répression des insectes. Deux exemples illustrent bien ce point. J.G. Taggart, directeur de la Station expérimentale de Swift Current, fournit jusqu'à 30 acres (12 ha) de terres et effectue les labours nécessaires en vue d'un projet coopératif à long terme avec K.M. King, destiné à étudier les effets de quatre méthodes différentes de jachère estivale sur la population du ver fil-de-fer et les dégâts causés au blé. Au point culminant de la pire infestation de sauterelles en 1933–1934, tous les membres du laboratoire d'entomologie de Saskatoon se joignent au personnel disponible du ministère de l'Agriculture de la Saskatchewan (par exemple les représentants agricoles et les travailleurs de l'industrie laitière et bovine) afin de mettre en application l'énorme programme des appâts dans cette province.

INSECTES NUISIBLES AUX FORÊTS

En 1914, Hewitt nomme le Dr J.M. Swaine chef de la Division des insectes nuisibles aux forêts. Originaire de Nouvelle-Écosse et diplômé de l'Université Cornell en 1905, Swaine obtient son doctorat de cette même université en 1916. Il enseigne au Collège Macdonald à Sainte-Anne-de-Bellevue de 1907 à 1912, et

c'est à cette époque qu'il entre à la Division de l'entomologie des fermes et stations expérimentales en qualité d'entomologiste forestier.

Le Dr John D. Tothill, nommé entomologiste régional à Fredericton en 1911, et chargé d'introduire des parasites de la spongieuse et du cul-brun, devient le premier responsable des recherches sur la répression par des moyens naturels (qu'on appelle aujourd'hui la répression biologique). La spongieuse, dont la présence n'avait pas encore été relevée au Canada, mais dont la progression se faisait vers le nord, avait atteint le Massachusetts. Aux termes d'accords avec le département américain de l'Agriculture, Swaine envoie des entomologistes canadiens travailler dans un laboratoire américain où des parasites et des prédateurs de la spongieuse et du cul-brun sont élevés en vue de leur dispersion en Nouvelle-Écosse, au Nouveau-Brunswick et au Québec. Le programme est une réussite car aucun des deux insectes n'a eu de répercussions économiques graves avant la fin des années 1970 lorsque plusieurs infestations de la spongieuse ont été observées dans les Cantons de l'Est au Québec et dans le sud-ouest de l'Ontario.

Les entomologistes forestiers deviennent de grands utilisateurs de l'aéronef qui se révèle indispensable pour les relevés des dégâts causés par les insectes ainsi que le seul moyen pour la pulvérisation de produits de répression. L'utilisation de l'aéronef remonte à 1919, avec Eric Hearle (12), pour étudier les problèmes causés par les maringouins de la vallée inférieure du Fraser. Au début, on utilise des appareils de Dominion Air Service. En 1923, la demande provenant de nombreux services gouvernementaux est si forte pour le petit nombre d'appareils existant qu'un Comité interministériel des opérations aériennes est créé pour coordonner cette activité. L'entomologiste adjoint du Dominion, J.M. Swaine, est le représentant ministériel.

Chaque année, de nouvelles espèces d'insectes attaquent les forêts partout au Canada. Dans la plupart des cas, les méthodes de répression sont liées à une gestion rationnelle des forêts. Un bulletin de la Direction générale sur la tordeuse des bourgeons de l'épinette recommande, par exemple, l'élimination la plus rapide possible du sapin baumier mature et, à l'avenir, l'abattage des jeunes peuplements de sapins baumiers afin de prévenir une prolifération de la tordeuse. Les autres insectes qui causent des dégâts comprennent le dendroctone de l'épinette et la tenthrède du mélèze dans l'est du Canada, le dendroctone du pin argenté et le perceur du thuja en Colombie-Britannique, ainsi que les livrées et diverses cochenilles sur les arbres d'ombrage, partout au Canada.

Pendant cette période, on embauche des entomologistes tels que les Drs R.E. Balch, J.J. de Gryse et M. Ralph Hopping. Originaire d'Angleterre, Balch s'installe au Canada pour cultiver la terre. Après ses années de service au cours de la Première Guerre mondiale, il étudie à l'Université de Toronto et au Collège de foresterie de l'État de New York. Il devient chef du laboratoire d'entomologie forestière à Fredericton en 1930.

Né en Belgique, où il y fait ses études, de Gryse s'installe par la suite aux États-Unis, puis est nommé au poste d'entomologiste de la station-pépinière forestière d'Indian Head en 1923 alors que la station dépend encore du minis-

tère de l'Intérieur. En 1925, il est muté à Ottawa et en 1934, il succède à Swaine à la tête de la Division des insectes nuisibles aux forêts.

Hopping, le troisième entomologiste, est lui aussi un émigré. Né à New York, il déménage en Californie en 1891. Il acquiert de solides connaissances sur les insectes forestiers, se spécialisant dans la répression du dendroctone occidental du pin. En 1919, Swaine l'engage en qualité d'entomologiste forestier pour la Colombie-Britannique; son bureau se trouve à Vernon.

En 1934, le diprion européen de l'épinette, observé pour la première fois en Gaspésie en 1930, infeste 5 000 milles carrés (13 000 km^2). Le chef de la division, de Gryse, mobilise du personnel des gouvernements provinciaux et diverses associations de l'industrie forestière pour engager une action coopérative visant à libérer un million de parasites importés d'Angleterre, puisque ces espèces n'existent pas au Canada. L'année suivante, bien qu'ils ne fassent pas partie de la Division des insectes nuisibles aux forêts, A.B. Baird et J.D. Tothill, du laboratoire de Belleville en Ontario, élèvent et libèrent des millions de parasites. On constate que certaines espèces semblent s'être établies, mais sans enrayer l'infestation du diprion à cette époque. Cependant, mieux encore, les espèces introduites sont porteuses d'un virus des insectes, qui contribuera à limiter les dégâts du diprion à partir de ce moment (voir chapitre 18). Les succès obtenus au laboratoire d'entomologie de Belleville conduisent à la construction d'une installation ultramoderne en 1936, qui permet la culture contrôlée de parasites et de prédateurs d'insectes. Grâce à l'établissement de rigoureuses conditions de quarantaine pour éviter la fuite d'hôtes étrangers sur lesquels sont élevés les insectes, aucun spécimen n'est jamais parvenu à s'échapper du laboratoire, ou, si cela s'est produit, aucun n'a réussi à s'implanter en Amérique du Nord.

En 1931, la division organise un service d'information sur les insectes nuisibles aux forêts. Dans une première étape, Swaine, de Gryse, Balch et E.B. Watson publient des circulaires sur les principaux insectes des forêts. Puis, en 1936, la division demande aux principales compagnies forestières et aux services provinciaux des forêts de recueillir des insectes pendant les mois d'été et de les expédier à la division. En retour, la division publie, chaque année, les résultats du relevé, et les agents de la division offrent des cours d'entomologie forestière aux administrateurs de forêts, aux techniciens forestiers et aux gardes forestiers à un certain nombre d'endroits un peu partout au Canada. Le Relevé canadien des insectes forestiers rassemble une grande quantité de nouvelles données scientifiques et favorise une étroite collaboration entre les entomologistes et les gestionnaires forestiers dans tout le Canada.

RÉPRESSION DES RAVAGEURS ÉTRANGERS

En poste à la nouvelle Direction générale, Hewitt accorde la priorité à l'application du règlement sur les insectes et autres fléaux de la Loi des insectes destructeurs et autres fléaux. Rien d'étonnant à cela puisque l'affectation de crédits pour l'application de la Loi représente plus du triple du montant accordé à la Direction générale de l'entomologie. Au début, en 1914, cette tâche est

confiée à Gibson, chef de la Division des insectes nuisibles aux grandes cultures et aux jardins.

La Division de la répression des ravageurs étrangers est créée à partir de la Division des insectes nuisibles aux grandes cultures et aux jardins en 1919, dans le but de mieux appliquer le règlement au titre de la Loi des insectes destructeurs et autres fléaux de 1910. L.S. McLaine est nommé chef de la nouvelle division. Né en Angleterre, il est diplômé du Collège d'agriculture du Massachusetts. De 1913 jusqu'à sa nomination au poste de chef de division, il a été responsable des études sur le cul-brun en Nouvelle-Écosse et au Nouveau-Brunswick.

Jusqu'en 1922, l'application de la Loi des insectes destructeurs et autres fléaux est assurée par la Direction générale de l'entomologie et la Division de la botanique des fermes expérimentales. En 1922 cependant, un arrêté en conseil, adopté le 21 avril, établit la Commission consultative de la Loi des insectes destructeurs et autres fléaux aux fins d'application du règlement au titre de la Loi. La Commission est présidée par l'entomologiste du Dominion, Arthur Gibson, et son vice-président est le Dr E.S. Archibald, directeur des fermes et stations expérimentales du Dominion. Les membres sont le Dr J.H. Grisdale, sous-ministre et botaniste du Dominion, le Dr H.T. Gussow et L.S. McLaine, chef de la Division de la répression des ravageurs étrangers, faisant fonction de secrétaire. Au cours de sa première année d'existence, la Commission prépare deux arrêtés ministériels et trois arrêtés en conseil, qui traitent tous des insectes nuisibles. L'un des objectifs de la Commission consiste à améliorer les communications entre la Direction générale de l'entomologie, installée au sixième étage de l'Immeuble de la Confédération, et la Division de la botanique et de la phytopathologie, dont les bureaux et les laboratoires sont situés à la Ferme expérimentale centrale, 8 km plus loin. L'entomologiste du Dominion continue d'assumer les responsabilités relatives à la partie du règlement visant les insectes.

Le financement de la Direction générale provient essentiellement de fonds alloués pour l'application de la Loi des insectes destructeurs et autres fléaux. Il n'existe aucune donnée sur la répartition des tâches entre la Direction générale de l'entomologie et la Division de la botanique au sein du Service des fermes expérimentales. Cependant, d'après des preuves indirectes, la Direction de l'entomologie aurait dépensé 60 p. 100 des fonds et la Division de la botanique, 40 p. 100. Donc, lorsque, en 1930, 570 000 $ sont dépensés comme le prévoit la Loi des insectes destructeurs et autres fléaux, la Direction générale de l'entomologie aurait pu avoir dépensé environ 342 000 $ du total. La même année, la direction générale elle-même ne reçoit qu'un crédit de 25 000 $, ce qui montre que plus de 90 p. 100 de ses fonds proviennent de ses activités relatives à l'application de la Loi. Jusqu'à l'année financière 1934-1935, le financement total des laboratoires à l'extérieur d'Ottawa est assuré par des fonds octroyés en vertu de la Loi des insectes destructeurs et autres fléaux (14).

En 1928, la Division de la répression des ravageurs étrangers crée officiellement le Service d'inspection des végétaux. Bien qu'il semblait s'agir d'un nouveau service, la fonction existait déjà. La Direction générale de l'entomologie, et avant elle, la Division d'entomologie des fermes expérimentales,

inspectaient des produits végétaux à leur entrée au Canada depuis l'adoption de la Loi des insectes destructeurs et autres fléaux en 1910. Il va de soi que les entomologistes peuvent compter sur l'appui total et l'entière collaboration de la Division de la botanique, qui inspecte les végétaux dans le but de déceler des maladies. En 1928, le Canada possède 11 stations d'inspection des végétaux dans des ports d'entrée stratégiques. Le volume de plantes de pépinières inspectées passe de 900 000 plantes en 1919 à 48 000 000 en 1929, soit 50 fois plus que 10 ans auparavant.

Le 1er août 1933, le Service d'inspection horticole, exploité par la province de Colombie-Britannique, est transféré à la Division de la répression des ravageurs étrangers, au sein de la Direction générale de l'entomologie, pour mieux répondre aux besoins de tout le Canada. Jusqu'à cette date, des agents provinciaux inspectaient, dans un esprit de collaboration, les importations et les exportations de végétaux sur la côte du Pacifique. Au cours de l'année, sur les 9 606 plantes apportées par des passagers entrant au Canada, 719 sont interdites. Sur les 344 912 plantes importées par la poste, 54 sont refusées en raison de la présence douteuse de maladies et d'insectes.

ENTOMOLOGIE SYSTÉMATIQUE

Après l'incendie des édifices du Parlement en 1916, les parlementaires s'installent au Musée national. Pour des raisons d'encombrement, les collections entomologiques du nouveau musée commémoratif de Victoria, qui abrite le Musée national, sont transférées à la Direction générale de l'entomologie dans l'immeuble Birks (19), ce qui permet de réunir l'entière collection nationale d'insectes. Le Dr J.H. McDunnough est nommé chef de la Division de l'entomologie systématique et devient responsable de la collection en 1919. Né à Toronto et diplômé de l'Université Queen, McDunnough a obtenu son doctorat à Berlin en Allemagne. Il occupe le poste de conservateur de la collection de lépidoptères de Barnes à Decatur (Illinois) pendant neuf ans avant d'entrer à la Direction générale de l'entomologie. Avant la nomination de McDunnough et l'organisation d'une division chargée de la collecte et du classement approprié des insectes, les entomologistes se partageaient ces tâches selon le temps dont ils disposaient ou les besoins du service. Cette nouvelle structure administrative permet l'établissement d'une base sur laquelle il est possible de monter une collection de référence fiable.

L'installation de la collection nationale sur les lieux mêmes du ministère de l'Agriculture est un événement exceptionnel d'un intérêt considérable pour l'agriculture, dans le domaine de l'identification d'espèces de ravageurs complexes aux préférences alimentaires et aux comportements différents. Ainsi, la tâche des entomologistes dans leur recherche de méthodes de répression est considérablement facilitée. Bien que de nombreux entomologistes amateurs et professionnels dans tout le Canada contribuent à l'enrichissement de la collection, les normes élevées qui garantissent sa haute qualité sont établies par les trois premiers titulaires du poste de chef de division : McDunnough, spécialiste

des lépidoptères (papillons diurnes et nocturnes), W.J. Brown, spécialiste des coléoptères (scarabées), et G.S. Walley, spécialiste des diptères et des hyménoptères (mouches et guêpes).

Dès 1930, McDunnough et son personnel identifient jusqu'à 6 000 spécimens chaque année. Ils ont monté, et de loin, la meilleure collection d'insectes au Canada et l'une des plus importantes en Amérique du Nord. À l'époque, cette collection est rangée dans 42 classeurs en acier comportant 2 100 tiroirs en acier. Aujourd'hui, l'Institut de recherches biosystématiques possède 1 200 classeurs pour les insectes et 750 pour les végétaux.

INSECTES NUISIBLES AUX PRODUITS ENTREPOSÉS

L'hygiène publique est l'une des nombreuses responsabilités du ministère de l'Agriculture depuis sa création en 1868 jusqu'en 1919. En conséquence, la Direction générale de l'entomologie s'intéresse aux insectes et autres parasites nuisibles aux habitations et à la santé publique ainsi qu'aux ravageurs des denrées entreposées comme les céréales et la farine.

La Division des insectes nuisibles aux produits entreposés est officiellement créée en mai 1932, sous l'autorité du Dr E.H. Gray, dont les bureaux sont situés à Winnipeg. Né à Ottawa peu de temps avant le déménagement de sa famille à Lethbridge en Alberta, Gray diplômé du Montana State College entre au laboratoire d'entomologie de Lethbridge à la fin de ses études. À l'Université du Minnesota, où il obtient sa maîtrise avant de s'installer à Winnipeg, il s'intéresse aux ravageurs des denrées entreposées

La première tâche majeure de la nouvelle division, entreprise en coopération avec la Division de la répression des ravageurs étrangers, consiste à s'assurer qu'aucun insecte vivant n'entre au Canada dans les échantillons de céréales destinés à l'Exposition mondiale de céréales de 1933 à Régina. Cette opération est couronnée de succès. Après l'exposition, Gray déménage son laboratoire et ses bureaux à Ottawa et contribue dans une large mesure à la répression des insectes dans les céréales et la farine expédiées dans tout le Canada et à l'étranger.

Revenons maintenant aux activités de la Direction générale dans son ensemble. Le Dr J.H. Grisdale, sous-ministre de l'Agriculture depuis 1918, a servi sous quatre ministres de l'agriculture avant de prendre sa retraite en 1932 pour des raisons de santé. Il est alors âgé de 62 ans. L'honorable Robert Weir, ministre de l'Agriculture de 1930 à 1935, nomme le Dr G.S. Barton, doyen de l'agriculture au Collège Macdonald à Sainte-Anne-de-Bellevue, pour le remplacer. Né à Vankleek Hill en Ontario, près d'Ottawa, et diplômé de l'École d'agriculture de Guelph en 1907, il entre sans plus tarder au Collège Macdonald où il enseigne la zootechnie. Il devient professeur de zootechnie en 1911 et doyen en 1925. Il reçoit un doctorat honorifique en sciences de l'Université Laval en 1928, et l'ordre du mérite agricole (commandeur) du gouvernement du Québec en 1929.

Barton, sous-ministre depuis deux ans, nomme le Dr J.M. Swaine, chef de la Division d'entomologie forestière, Direction générale de l'entomologie, au

nouveau poste de directeur de la recherche pour le Ministère. Cette nomination place Swaine à un niveau hiérarchique supérieur à celui occupé par Gibson et Archibald, directeurs respectifs de la Direction générale de l'entomologie et du Service des fermes et stations expérimentales. Le 15 juillet 1934, Archibald écrit à Barton lui demandant de préciser les relations entre le directeur de la recherche et le personnel des fermes expérimentales. Dans cette lettre, dont le choix des termes est très approprié, Archibald suppose que le directeur «sera un agent du Ministère» qui aidera les directions générales à effectuer des recherches et non «à modifier les sphères d'attributions». Cinq jours plus tard, Barton répond à Archibald pour l'informer de l'envoi d'une lettre aux chefs de toutes les directions générales. Cette lettre précise que Swaine a été nommé conformément à un récent arrêté en conseil, qu'il fait partie du personnel administratif du Ministère et qu'il est chargé d'accorder une attention particulière à la recherche, d'améliorer les relations entre les employés du Ministère, d'instaurer un programme de recherche plus équilibré, de rehausser la qualité du travail et de réaliser certaines économies. Le sous-ministre indique également qu'il est entendu que Swaine pourrait avoir à établir «des rapports étroits de coopération...avec les chercheurs».

Au mois de mai 1935, Swaine informe Barton qu'il planifie la réorganisation de la recherche au sein du Ministère. Il déclare que les objectifs de la réorganisation consistent à améliorer l'efficacité de la recherche et à s'occuper du perfectionnement d'un certain nombre d'employés. Il remarque, qu'en raison de la participation de certaines personnalités, et pour des raisons politiques, il est difficile d'éliminer des fermes ou des stations expérimentales de moindre importance ou même de réduire la charge de travail des installations plus importantes. Par ailleurs, on assiste au même moment à l'adoption de la Loi du rétablissement agricole des Prairies (LRAP), qui a été élaborée par le Service des fermes expérimentales sous l'autorité d'Archibald. En conséquence, loin d'être éliminées ou réduites, les fermes et les stations expérimentales voient leur importance s'amplifier. Le projet de réorganisation de Swaine ne semble nullement se concrétiser jusqu'au 1er avril 1937, date de la création du Service des sciences. Il englobe la Direction générale de l'entomologie, marquant ainsi le début de la troisième phase de l'évolution de la Direction générale de la recherche.

Chapitre 7
L'évolution du Service des sciences 1937–1958

Le départ des entomologistes des fermes expérimentales en 1914 n'a causé que de légers remous comparativement à la scission de 1937. Trois des 13 divisions des fermes expérimentales, où les scientifiques travaillent en étroite collaboration avec leurs collègues des divisions des céréales, des plantes fourragères, de l'horticulture, de l'aviculture, de la zootechnie et d'autres divisions, sont détachées et intégrées à la Direction générale de l'entomologie pour former une nouvelle unité désignée Service des sciences. Selon la conception du Dr Swaine au sujet de ce nouveau service, la recherche effectuée au ministère de l'Agriculture semble être enfermée dans une tour d'ivoire. Après la Seconde Guerre mondiale, un grand nombre de jeunes Canadiens, hommes et femmes, reviennent au pays et, grâce à cet élan de forces nouvelles, les 15 années suivantes deviennent une période d'expansion inégalée tant pour le personnel que pour les installations, une période pendant laquelle peut s'édifier le Service des sciences à partir d'une base solide.

Le 22 février 1937, le sous-ministre Barton s'entretient avec la Commission de la Fonction publique qui approuve l'établissement d'un personnel réduit pour combler les postes supérieurs nécessaires à la réorganisation ministérielle recommandée par le Dr J.M. Swaine en 1935. Le plan est approuvé et entre en vigueur le 1er avril 1937, conformément à l'arrêté en conseil C.P. 6/834 du 16 avril 1937. Une note de service, non signée, datée du 5 mai 1937, indique la nouvelle orientation des fonctions du Ministère. Elle cite le service comme englobant «les activités de nature plus scientifique du Ministère, qui...seront placées sous l'autorité d'un directeur compétent, de formation scientifique». Le Dr J.M. Swaine, conseiller scientifique du sous-ministre, est nommé à ce poste.

Barton réorganise le Ministère en groupant chaque fonction dont la nature et les objectifs sont semblables sous la direction d'un seul chef administratif (15). Il établit ainsi quatre services opérationnels qu'il nomme : Service de la production, Service de la mise en marché, Service des fermes expérimentales et Service des sciences, soit quatre unités administratives au lieu de neuf. De plus, les domaines qui intéressent le Ministère dans son ensemble comme la publicité et la vulgarisation, la bibliothèque ministérielle et l'Administration du rétablissement agricole des Prairies, relèvent des services administratifs placés sous l'autorité directe du sous-ministre.

Les fonctions de production ou de commercialisation, assurées antérieurement par la Direction générale de l'entomologie et les fermes expérimentales, sont intégrées soit au service de la production, soit au service de la mise en marché. Par exemple, l'application de la Loi des insectes destructeurs et autres fléaux est confiée au Service de la production. Cependant, la recherche sur la

pathologie vétérinaire, relevant antérieurement de la Direction générale de l'hygiène vétérinaire, est intégrée au Service des sciences. Par contre, le Service de la mise en marché continue de se charger de la recherche en économie agricole. En fait, la nouvelle organisation ministérielle établit chacun des services plus ou moins sur un pied d'égalité en tenant compte de leur importance respective. Auparavant l'organisation comportait neuf directions générales. Certaines étaient relativement modestes en comparaison avec l'importante et influente Division des fermes et stations expérimentales. Avec la création du Service des sciences, et la restructuration des fermes expérimentales en un service, ces deux services ayant une fonction de recherche agricole, le principe directeur consiste à séparer les aspects scientifiques des aspects expérimentaux, et de les coiffer par une administration différente. L'objectif souhaité est probablement une séparation de la recherche fondamentale et de la recherche appliquée. Le personnel du Service des sciences est encouragé à approfondir les problèmes qu'il étudie, ce qui lui permet d'établir une base solide de données dans de nombreux domaines biologiques liés à l'agriculture. À l'heure actuelle, les scientifiques utilisent encore ces données de base pour mettre au point leurs théories et élaborer des technologies dans les secteurs de la production, de la protection et de l'utilisation des cultures et du bétail.

Les deux services sont limités dans leur politique de recrutement suivant les disciplines en jeu. Aucun des deux services ne peut recruter des économistes agricoles, ces derniers relevant exclusivement du Service de la mise en marché. Le Service des fermes expérimentales ne peut engager de taxonomistes ni de chimistes, car ceux-ci relèvent du Service des sciences. Enfin, le Service des sciences ne peut engager d'améliorateurs de plantes parce qu'ils sont sous la tutelle des fermes expérimentales. Les services jumeaux doivent offrir de l'aide professionnelle aux autres et, en fait, le Service des sciences prête des bactériologistes et des chimistes au Service des fermes expérimentales qui, en contrepartie, délègue des améliorateurs de plantes auprès du Service des sciences. Ce n'est qu'au cours des années 1960 que la Division de l'économie détache des économistes auprès d'autres divisions ou directions générales. Glen (15) souligne avec justesse que les différences entre les deux services résident plus dans le domaine que dans le type des recherches (la recherche par opposition à l'expérimentation). On rapporte que les scientifiques de la Division de la botanique et de la phytopathologie, comme le Dr D.B.O. Savile, «sont stupéfaits de se retrouver dans un service différent de celui des spécialistes des céréales, de l'horticulture et des plantes fourragères, à côté desquels ils continuent de travailler». De même, les scientifiques qui demeurent au sein du Service des fermes expérimentales «...sont amers car ils ont l'impression d'être rabaissés au rang de citoyens de seconde classe».

Le Service des sciences comporte cinq divisions. La plus importante est la Division de l'entomologie qui comprend le personnel et les ressources de la Direction générale de l'entomologie à l'exception des employés affectés à la répression des ravageurs étrangers. Le Service des sciences détache des fermes expérimentales la Division de la botanique et de la phytopathologie, y compris

l'Arboretum du Dominion, sous la direction du Dr H.T. Gussow; la Division de la chimie, dirigée par C.H. Robinson et la Division de la bactériologie et des recherches laitières, dont le chef est G.G. Lochhead. À ces dernières est annexée, sous la direction du Dr E.A. Watson, la Division de la pathologie vétérinaire, anciennement rattachée à la Direction générale de l'hygiène vétérinaire. Le Service des fermes expérimentales conserve dix divisions ainsi que les 37 fermes et stations à l'extérieur d'Ottawa (voir annexe II).

Les cinq divisions du Service des sciences sont relativement autonomes. Chaque chef gère les fonds de sa division, choisit les projets de recherche des scientifiques, évalue la qualité de leurs travaux, prépare et autorise la publication des articles rédigés par les scientifiques et sélectionnne le personnel qui sera nommé par la Commission de la Fonction publique. En général, il y a peu de coordination dans les travaux de recherche effectués par les scientifiques de deux divisions ou plus, bien que souvent leurs laboratoires soient situés dans la même station expérimentale ou dans la même université. Il existe évidemment des exceptions notables. Les phytopathologistes et les entomologistes coopèrent étroitement avec les améliorateurs de plantes fourragères au laboratoire des cultures fourragères du Dominion, à Saskatoon en Saskatchewan, et par ailleurs, les phytopathologistes et les améliorateurs de plantes travaillent en équipe au Laboratoire de recherches sur la rouille du Dominion à Winnipeg.

L'une des premières tâches qui incombent à Swaine est de rassembler physiquement son nouveau service dont les diverses unités sont fort dispersées. Les entomologistes et les administrateurs du service sont logés au sixième étage de l'Édifice de la Confédération, qui est adjacent au bloc ouest de l'Édifice du Parlement. Les botanistes et les phytopathologistes travaillent dans un immeuble de l'Arboretum, et les chimistes, dans un édifice datant de 1899, les deux étant situés à la Ferme expérimentale centrale. Les bactériologistes laitiers occupent des bureaux à un étage supérieur d'un vieil immeuble de la rue Elgin, près du centre d'Ottawa. Les vétérinaires spécialisés en pathologie animale sont installés dans un laboratoire à Hull au Québec et, en raison de la nature infectieuse de leur matériel, Swaine est d'avis qu'ils doivent demeurer isolés d'autres établissements abritant du bétail. Swaine écrit à Barton le 13 décembre 1937 afin d'obtenir son appui pour la construction d'un immeuble qui logerait les laboratoires du Service des sciences. Il souligne qu'avec la centralisation du service dans un seul immeuble, le principe sous-jacent à la réorganisation serait mieux respecté. À un moment, Swaine suggère au Ministère la construction d'un laboratoire pour le Service des sciences au Conseil national de recherches, Chemin de Montréal à Ottawa, mais le président du Conseil, le Major général A.G.L. McNaughton, fait remarquer que la superficie du terrain est insuffisante pour l'édification d'un laboratoire aussi important. Quel heureux hasard pour la recherche agricole que la décision de McNaughton!

La nouvelle organisation cause une certaine effervescence parmi le personnel du Service des fermes expérimentales. Il semble y avoir des rivalités entre les facultés d'agriculture de certaines universités et les fermes expérimentales. À l'exception du Collège Macdonald à Sainte-Anne-de-Bellevue et du Collège

d'agriculture de l'Ontario à Guelph, les fermes expérimentales existaient avant l'établissement de telles facultés. Plusieurs doyens et leur personnel sont d'avis qu'il faut créer au Canada une organisation semblable à celle des États-Unis, où les collèges bénéficiant de concessions de terrains sont subventionnés directement par la trésorerie du département de l'Agriculture en vertu de la Loi Morrill (voir chapitre 1). Dans son rapport de 1885, Saunders s'est opposé à ce projet et a ainsi empêché la balkanisation de la recherche agricole au Canada, un processus très évident aux États-Unis à l'époque. D'aucuns scientifiques rapportent que de l'avis de certaines universités la formation du Service des sciences marque la fin de leurs recherches dans les fermes experimentales. Mais il ne devait pas en être ainsi. La force des fermes expérimentales repose dans la capacité du personnel à résoudre des problèmes, l'unité nationale de l'organisation et le soutien reçu des 37 localités et circonscriptions électorales fédérales où sont situées les fermes et les stations.

Le moment est opportun pour examiner brièvement les activités de chaque division du Service des sciences et d'en présenter les chefs. Le Service des sciences exerce un impact maximal sur l'agriculture canadienne au cours de la seconde moitié de son existence lorsque, sous l'autorité d'un nouveau directeur, il devient véritablement un service unifié et non un groupement de divisions.

DIVISION DE LA BACTÉRIOLOGIE

Les études microbiologiques du sol et des produits alimentaires constituaient les principales activités de cette division, dirigée par Lochhead, à l'époque de son transfert des fermes expérimentales au Service des sciences. L'un des principaux thèmes de recherche vise à déterminer la façon dont les plantes résistent aux attaques des organismes phytopathogènes transmis par le sol. Lochhead découvre que les variations du degré de résistance aux pourritures des racines entre les espèces végétales, sont liées à diverses sécrétions radiculaires. Le Dr C.K. Johns, microbiologiste de produits alimentaires, étudie les numérations bactériennes effectuées sur des fruits et des légumes congelés afin de déterminer les méthodes qui minimiseraient le nombre de bactéries dans le produit fini. Au cours de la Seconde Guerre mondiale, il accomplit la tâche héroïque d'inspection des usines de fabrication d'œufs et de lait en poudre en vue de déceler et d'enrayer la contamination bactérienne. Ses travaux, qui ont certainement dû lui valoir une profonde reconnaissance de la part des consommateurs du Royaume-Uni, sont aussi à l'origine de la haute qualité actuelle des œufs et du lait en poudre.

La recherche laitière, qui relevait de la Direction générale des produits laitiers et de l'entreposage au froid, est transférée du centre d'Ottawa (28) au Service des sciences de la Ferme expérimentale centrale et fusionnée avec la Division de la bactériologie en 1938. Les études du Dr E.G. Hood portent sur l'établissement de méthodes de numération précise des bactéries observées dans le lait et les produits laitiers, l'amélioration des méthodes de pasteurisation du lait et la détermination des causes du rancissement du fromage. Il existe aussi un service d'analyses pour répondre aux besoins du Ministère.

Bien qu'elle soit logée avec la Division de la bactériologie, la recherche laitière, selon Swaine, n'est pas vraiment intégrée à la division. Plus tard, Les D^rs^ Neatby (1947), Archibald (1949) et Hopkins (1954) partageront cet avis. D'aucuns proposent de déménager la division au Conseil national de recherches, d'autres de l'intégrer à la Division de zootechnie. Aucun de ces projets n'a de lendemain.

En 1956, Lochhead démissionne de son poste de chef de division bien qu'en qualité de chercheur, il poursuive ses travaux en microbiologie des sols. Le nouveau chef de la division est H. Katznelson. Ce dernier est entré au Ministère en 1940. Travailleur acharné et méticuleux, ce scientifique préparera plus de 120 articles scientifiques avant sa mort prématurée en 1965. À cette époque, la Division de la bactériologie est rattachée à un Institut de recherches sur les aliments.

DIVISION DE LA BOTANIQUE ET DE LA PHYTOPATHOLOGIE

Lorsqu'elle était intégrée au Service des fermes expérimentales, la Division de la botanique et de la phytopathologie avait trois fonctions principales : la mise sur pied et l'administration d'un arboretum et d'un herbarium; la recherche sur la biologie et la lutte contre les maladies des plantes; et l'inspection des plantes afin d'y déceler des maladies. Les D^rs^ Saunders et Macoun avaient bâti un véritable arboretum national et avaient commencé à réunir les premiers spécimens d'un herbarium agricole national. La division continue d'assumer toutes ses fonctions après sa fusion au Service des sciences. En 1940 seulement, la collection de spécimens végétaux de la division atteint 32 000 montages, une augmentation de 6 800 ou 27 p. 100 en un an, un exploit réussi en bonne partie grâce aux efforts du D^r^ H.A. Senn.

La Seconde Guerre mondiale, qui éclate deux ans après la formation du Service des sciences, freine en grande partie l'expansion physique du service, mais non l'enthousiasme des chercheurs. En plus de fournir ses produits agricoles traditionnels, le Canada cherche à offrir des articles inhabituels devenus introuvables à cause de la guerre. Par exemple, en 1942, la pénurie de caoutchouc naturel est alarmante. Le caoutchouc est un produit essentiel. Or, la source traditionnelle de l'Asie du sud-est est inaccessible. La Division de la botanique, en coopération avec les fermes expérimentales et d'autres organisations scientifiques un peu partout au Canada, effectue un relevé complet des plantes canadiennes indigènes et d'autres qui peuvent être cultivées au pays dans le cadre d'une recherche de sources additionnelles de caoutchouc naturel. La plante indigène la plus prometteuse est l'asclépiade commune. Le département de l'Agriculture des États-Unis effectue une recherche semblable et obtient de l'U.R.S.S. des graines de pissenlit (*kok-saghyz*). Le Canada obtient des échantillons et les fait pousser en 13 endroits répartis d'un océan à l'autre, surtout dans les fermes expérimentales. La production des racines varie de 5 000 à 9 000 lb/acre (5 600 à 6 700 kg/ha). Même la production minimale est

supérieure à celle obtenue en Union Soviétique. La production maximale dépasse de 1 000 lb (454 kg) la production américaine. La teneur en caoutchouc des racines, déterminée par des chimistes du Conseil national de recherches, varie de 1 à plus de 13 p. 100 et la qualité du caoutchouc est élevée. Pendant ce temps, des chimistes de l'industrie pétrochimique fabriquent un caoutchouc artificiel en quantité suffisante pour satisfaire les besoins des Alliés.

D'autres activités directement liées à la Seconde Guerre mondiale visent la recherche d'un substitut du kapok. La bourre du kapokier, croissant en Inde, en Afrique et en Amérique latine, était utilisée dans les bouées de secours. Une fois encore, l'asclépiade commune se révèle l'une des substances les plus prometteuses; cette fois, il s'agit de la bourre des cosses. Avec la collaboration d'écoliers, 1 200 lb (550 kg) de graines et 650 lb (300 kg) de bourre sont recueillies. Le Conseil national de recherches et la Marine Royale du Canada jugent que la bourre est un bon substitut et, l'année suivante, les écoliers remplissent plus de 120 000 sacs de cosses d'asclépiade commune pour la production d'un substitut du kapok. Cependant, la culture de l'asclépiade est difficile et il est plus aisé de cueillir les cosses dans leur milieu naturel que de cultiver la plante dans une exploitation agricole.

À l'automne de 1944, la première manifestation de la maladie hollandaise de l'orme liège est observée dans la zone du lac Saint-Pierre du fleuve Saint-Laurent, à environ 50 milles (80 km) en aval de Montréal. Ce sont les pathologistes forestiers du ministère des Terres et Forêts du Québec qui font cette découverte. La maladie, causée par un champignon, avait été observée pour la première fois en Hollande en 1921, puis aux États-Unis en 1930. Étant donné ses effets dévastateurs sur l'orme liège, tous les pathologistes forestiers canadiens demeuraient en état d'alerte contre une infestation possible. Des mesures sont donc prises immédiatement par la Division de la protection des végétaux pour déterminer son aire de distribution au Canada et réprimer cette maladie. Malheureusement, on constate en 1945 qu'elle a atteint une vaste région s'étendant de Lachine à Québec. La seule méthode connue de lutte consiste à abattre les arbres malades et à en écorcher le tronc et les branches. Cette pratique empêche les scolytes de l'écorce, porteurs du champignon, de se reproduire dans l'écorce morte et d'infecter d'autres arbres. Les pathologistes pensent qu'il est possible de limiter les dégâts de la maladie au Canada et ils réussissent vraisemblablement à ralentir sa progression. Cependant, la maladie n'est pas vraiment enrayée, ce qui a pour conséquence la mort de plusieurs milliers de nos beaux arbres en forme de parapluie. L'origine de la maladie est attribuée à une importation de machines de Grande-Bretagne, emballées dans une caisse en bois d'orme infecté! Plus tard, la maladie s'est propagée des États-Unis au Canada.

Peu de temps après la Seconde Guerre mondiale, les laboratoires de phytopathologie à divers endroits au Canada collaborent avec les ministères provinciaux d'agriculture pour élaborer des programmes d'homologation de framboisiers et de fraisiers sains. Comme prévu, les horticulteurs constatent que les plants sains produisent plus de fruits d'un plus gros calibre que les plants

malades. La Nouvelle-Écosse, l'Ontario et la Colombie-Britannique sont les principales provinces concernées.

Craigie, le botaniste du Dominion, prend sa retraite en 1952. Né en Nouvelle-Écosse en 1887, diplômé d'Harvard et de l'Université du Minnesota, il entre au Laboratoire de recherches sur la rouille du Dominion, à Winnipeg, à son ouverture en 1925. Sa principale découverte est le processus sexuel du champignon de la rouille. Il devient phytopathologiste principal à Winnipeg en 1928. Lorsque Gussow prend sa retraite en 1944, Craigie s'installe à Ottawa en qualité de botaniste du Dominion et directeur adjoint du Service des sciences. La retraite de Craigie ne signifie nullement son départ du laboratoire. Il poursuit en effet ses études cytologiques sur les rouilles jusqu'en 1958. Craigie a obtenu, à juste titre, de nombreuses distinctions honorifiques, dont l'Ordre du Canada et le titre du membre de la Royal Society (de Grande-Bretagne) et de la Société royale du Canada.

Le Dr W.F. Hanna succède à Craigie au poste de phytopathologiste du Dominion. Né lui aussi en Nouvelle-Écosse, il se joint à l'équipe du Laboratoire de recherches sur la rouille en 1928. Après une carrière militaire remarquable, il revient à Winnipeg en 1945, en qualité de chef du laboratoire de pathologie. Il reçoit à son tour de nombreuses distinctions honorifiques, notamment l'Ordre du Canada.

DIVISION DE LA CHIMIE

Comme son nom l'indique, la Division de la chimie doit fournir les compétences techniques pour le Service des sciences et le Service des fermes expérimentales dans tous les domaines liés à la chimie. Théoriquement, cela semble un bon plan. En pratique, il est insuffisant car le nombre d'endroits où les analyses chimiques sont nécessaires est très supérieur au nombre de chimistes disponibles. En conséquence, les scientifiques qui possèdent une certaine formation en chimie utilisent leurs connaissances dans ce domaine pour résoudre des problèmes dans leur secteur principal de recherche comme les sols, la phytopathologie ou la zoologie, souvent avec les conseils utiles des chimistes de la division. Dans le cas des grands programmes nationaux, lorsque des centaines d'échantillons doivent être analysés, les chimistes font réellement partie intégrante du programme.

Le 1er mars 1944, Swaine propose à Barton la construction d'un nouvel immeuble pour loger la Division de la chimie et une partie de celle de la bactériologie et des recherches laitières. Le coût estimatif de l'immeuble est de 225 000 $. Barton répond, le 3 mars, qu'il approuve ce projet, mais demande des précisions pour savoir si le projet devait faire partie du plan original de construction d'un immeuble pour le Service des sciences. Il doute cependant que le gouvernement autorise la construction d'un immeuble pendant la guerre. Six jours plus tard, Swaine explique que le projet concerne la construction d'une aile à l'immeuble du Service des sciences. Le besoin de recherches en chimie

liées à l'agriculture est si urgent qu'il estime que la proposition doit être soumise à l'examen du gouvernement fédéral. Barton accepte. Cependant, ce projet ne connaît aucun lendemain avant 1956, lorsque l'immeuble du Service des sciences (actuellement l'Immeuble K.W. Neatby) est construit en annexe à l'édifice des archives du ministère de la Défense nationale, érigé en 1937 sur les lieux de la Ferme expérimentale centrale.

C.H. Robinson, qui avait remplacé Shutt en 1933 en qualité de chimiste agricole du Dominion, meurt subitement le 11 avril 1949, dans sa soixante et unième année. Robinson était entré à la division en 1910 après avoir obtenu son diplôme de l'Université de Toronto. Il devient un chimiste analyste hautement compétent. Sous sa direction, la division, qui n'occupait qu'un seul laboratoire, doit bientôt être logée dans cinq immeubles à Ottawa et dans des laboratoires auxiliaires à Kentville, en Nouvelle-Écosse, ainsi qu'à Summerland et Saanichton en Colombie-Britannique.

Le Dr J.C. Woodward succède à Robinson. Fils d'agriculteur exploitant une

ferme à cultures mixtes à Lennoxville au Québec, Woodward fait ses études aux universités McGill et Cornell. À la fin de ses études en 1934, il entre à la Division de la chimie à l'époque où elle fait encore partie des fermes expérimentales. On attribue à Woodward l'organisation de la division en quatre sections, soit la biochimie des animaux, la chimie des végétaux, la chimie des sols et la chimie analytique.

En 1955, Woodward est nommé directeur adjoint du Service des fermes expérimentales, dirigé par Goulden. Le Dr A.G.R. Emslie le remplace. Né en Chine de parents écossais, Emslie arrive au Canada en 1923 et obtient un diplôme du Collège d'agriculture de l'Ontario en 1928. Il poursuit des études supérieures aux universités de Toronto et d'Aberdeen. Il entre à la Division de la chimie en 1935, une année après Woodward, et dirige la Section de la chimie des animaux en 1949.

Les chimistes de la division collaborent avec les scientifiques d'autres divisions du Service des sciences et du Service des fermes expérimentales, mais la majeure partie de leurs travaux, et de loin, est liée aux activités des Divisions de la zootechnie et des grandes cultures qui relèvent du Service des fermes expérimentales. Un problème porte sur la fixation du phosphate dans le sol, phénomène qui empêche les plantes d'utiliser cet élément. Les chimistes constatent qu'une substance colloïdale présente dans le sol lie le phosphate. Ils ne réussissent pas à modifier les colloïdes, mais déterminent des taux appropriés d'application de phosphore pour diverses conditions des sols. D'autres études traitent de la maladie du coeur brun dans les rutabagas, dont le remède consiste en l'addition de bore dans le sol.

En nutrition animale, un exemple de recherche effectuée en collaboration avec les fermes expérimentales comporte l'étude de la perte d'iode du sel iodé lorsque les pains salés sont exposés aux intempéries. Une autre concerne l'incorporation de la vitamine D dans les rations de volaille. En 1949, le champ de recherche sur les vitamines est élargi pour inclure la vitamine A et diverses hormones.

DIVISION DE L'ENTOMOLOGIE

L'un des objectifs du nouveau Service des sciences est de recueillir des données de base sur un certain nombre de sujets afin de mieux résoudre les problèmes biologiques à mesure qu'ils se posent. À cet égard, la Direction générale de l'entomologie (maintenant désignée Division de l'entomologie) porte une attention particulière à l'étude des cycles biologiques des insectes ravageurs les plus importants au Canada, et à l'enrichissement de la Collection nationale d'insectes, dont elle est responsable depuis 1917. De plus, évidemment, les chercheurs de la division sont chargés de prévoir des méthodes de lutte contre les infestations importantes et moins importantes de ravageurs.

Les sauterelles continuent de menacer les cultures des Grandes Plaines, et les appâts empoisonnés constituent la seule méthode de lutte satisfaisante. Les scientifiques de la division prêtent une grande attention aux relevés d'œufs, de nymphes et de sauterelles adultes, et, à la fin, réussissent à mettre au point un système fiable d'avertissement à l'intention des agents provinciaux de répression.

Cependant, de nombreux entomologistes reconnaissent que l'application d'insecticides en l'absence de précautions appropriées détruit également les parasites naturels de nombreux ravageurs cibles ainsi que d'autres insectes. En conséquence, plusieurs, et parmi eux A.D. Pickett de Kentville en Nouvelle-Écosse, songent à un système de lutte intégrée des ravageurs avec l'objectif de minimiser l'application d'insecticides, ce qui permettrait de maintenir les prédateurs et les parasites d'insectes tout en supprimant les populations indésirables. Une autre méthode qui vise le même but est d'élever artificiellement des parasites et de les libérer à un moment approprié pour détruire les insectes cibles. C'est alors qu'entre en jeu le laboratoire de Belleville, qui possède des chambres de culture isolées. En 1938, par exemple, le laboratoire produit 175 millions de parasites représentant 14 espèces, qui doivent être libérés dans les provinces de l'Est pour attaquer la tordeuse européenne des bourgeons de l'épinette (une augmentation considérable par rapport à une production de seulement 2,5 millions en 1935).

Pendant la guerre, de volumineux envois de céréales et de farine sont avariés par le ptine velu, le cucujide roux et diverses formes d'acariens. La section des insectes nuisibles aux produits entreposés prête son concours à la Division de la protection des végétaux pour l'inspection des produits entreposés et agit en qualité de conseiller sur les méthodes de lutte. En temps de guerre, il est nécessaire de garantir la livraison outremer de céréales présentant un degré minimum d'infestation.

H.G.M. Crawford, entomologiste du Dominion depuis 1943, démissionne en février 1950. (Il tenait un emploi permanent au Ministère depuis 1920.) Le Dr Robert Glen, dont nous reparlerons ultérieurement, ancien conseiller du directeur sur des questions entomologiques, est nommé chef de la Division de l'entomologie. Il demeure à ce poste jusqu'à sa promotion au poste de directeur adjoint, et il est alors remplacé par le Dr B.N. Smallman. Né à Port Perry en

Ontario, Smallman fait ses études aux universités de Queen, Western Ontario et Edinburgh. En 1941, il se joint au personnel de la Commission des grains du Canada en qualité d'entomologiste, et s'installe au laboratoire des insectes à Winnipeg, en 1945. Six ans plus tard, Smallman est nommé chef de la Section d'entomologie du nouveau laboratoire du Service des sciences à London, en Ontario. Ses principales activités portent sur la répression des insectes qui infestent les produits entreposés, et sur l'administration de la recherche.

DIVISION DE LA PATHOLOGIE ANIMALE

Le transfert des pathologistes vétérinaires de la Direction générale de l'hygiène vétérinaire au Service des sciences n'entraîne pas, au début, de grands changements dans les programmes de recherche vétérinaire aux laboratoires de Hull (Québec), de Lethbridge (Alberta) et de Saanichton et Milner (Colombie-Britannique). Les principaux programmes de recherche portent sur la maladie de Borna (maladie du sommeil) des chevaux, la rage des renards, l'avortement épizootique, et la mammite du bétail, ainsi que sur un certain nombre d'affections moins communes. Tous les travaux de recherche visent à prévenir plutôt qu'à guérir. Dans de nombreux cas, la division met au point des vaccins qui, lorsqu'ils sont utilisés de façon appropriée, offrent une excellente protection.

Une grave épidémie de fièvre aphteuse se déclare en Saskatchewan, en février 1952. La Division de l'hygiène vétérinaire du Service de la production doit détruire 1 343 têtes de bétail et un certain nombre de moutons, de porcs et de volailles. La maladie est enrayée le 3 mai, mais 42 fermes infectées, ou ayant eu un contact direct avec l'infection, demeurent en quarantaine jusqu'à la mi-août 1952. La Division de la pathologie vétérinaire chargée d'établir le diagnostic des maladies contagieuses et la Division de l'hygiène vétérinaire chargée d'appliquer le règlement au titre de la Loi sur les épizooties, appartiennent respectivement à deux services différents, le Service des sciences et le Service de la production. L'honorable James Gardiner, ministre de l'Agriculture, reconnaît qu'une seule personne devrait être responsable de l'établissement des diagnostics et de la lutte contre ces maladies graves. Cette décision est prise à l'issue d'une longue session (du 30 avril au 16 juin 1952, comportant 465 pages de témoignages) du Comité permanent de l'agriculture et de la colonisation de la Chambre des communes (22). En conséquence, la Division de la pathologie vétérinaire est transférée du Service des sciences au Service de la production en 1952, et les deux divisions relèvent alors du directeur général des sciences vétérinaire, le Dr T. Childs.

DIVISION DE LA PROTECTION DES VÉGÉTAUX

Cette division est intégrée au Service des sciences le 1er avril 1942, n'ayant été rattachée au Service de la production que pendant quatre ans. Au moment de son transfert en 1942, son chef, L.S. McLaine, est nommé chef de la Division

de l'entomologie, succédant à A. Gibson qui prend sa retraite. W.N. Keenan remplace McLaine comme chef de la Division de la protection des végétaux. La raison à l'origine de ce transfert est que le travail des agents de la protection des végétaux est plus étroitement lié à celui des entomologistes et des phytopathologistes du Service des sciences qu'aux activités des inspecteurs du Service de la production. Pour l'application du règlement au titre de la Loi des insectes destructeurs et autres fléaux, la division emploie des inspecteurs de produits végétaux dans 12 principaux ports d'entrée, répartis sur les côtes est, ouest et les Grands Lacs, et dispose d'une station de fumigation des végétaux à Montréal. La surveillance de la production des pommes de terre certifiées pour la semence exige que des phytopathologistes soient affectés à Charlottetown, Kentville, Fredericton, Sainte-Anne-de-la-Pocatière, Guelph, Winnipeg, Edmonton, Vancouver et Saanichton.

UNE NOUVELLE DIRECTION

Comme bien d'autres pendant la guerre, Swaine demeure à son poste après avoir dépassé l'âge normal de la retraite. En effet, il est dans sa soixante-huitième année lorsqu'il démissionne après la fin de la guerre en 1946. Il a apporté une contribution exceptionnelle à l'entomologie forestière canadienne. Il est l'instigateur de l'établissement du Service des sciences au Ministère. Nombreux sont ceux dans ce service qui se demandent quel sera son successeur. Un certain nombre d'entre eux décident d'agir.

Selon une anecdote, deux entomologistes perspicaces, l'un de Saskatoon et l'autre de Lethbridge (Glen et Farstad), discutent du départ de Swaine à bord du transcontinental du CP qui les ramène dans l'Ouest en provenance d'Ottawa où ils ont assisté à diverses réunions. Peu de temps avant d'atteindre Winnipeg, ils ont déjà conclu que le meilleur remplaçant à la tête du Service des sciences réside dans cette ville. Leur choix se porte sur le directeur des services à la ferme pour la *North-West Line Elevators Association*, M. Kenneth W. Neatby. Neatby est bien connu des chercheurs du Service des sciences et du Service des fermes expérimentales. Diplômé en phytogénétique de l'Université de Saskatchewan, il a travaillé au Laboratoire de recherches sur la rouille du Dominion à Winnipeg, pendant plusieurs années. Comme bien d'autres améliorateurs et pathologistes au Canada, il a fait des études supérieures sous la direction des D[rs] Hayes et Stakman à l'Université du Minnesota. Avant d'entrer à Line Elevators, Neatby a été, pendant cinq ans, professeur et chef du département des grandes cultures à l'Université d'Alberta. Les deux scientifiques descendent donc dans cette ville de Winnipeg, balayée par le vent, pour s'enquérir auprès de Neatby s'il est au courant de ce poste vacant et s'il est intéressé à l'occuper. Sa réponse est prudente, mais plutôt positive. Il est donc intéressé. La suite des événements se révèle favorable et le Service des sciences, le Ministère et l'agriculture canadienne n'en sont que plus avantagés, lorsque, en janvier 1946, Neatby devient le deuxième directeur du Service des sciences, sous l'autorité de l'honorable James G. Gardiner, ministre de l'Agriculture, et G.S. Barton, sous-ministre.

Neatby a émigré de Londres (Angleterre) en 1906, avec ses parents, quatre frères et trois soeurs. La famille vit d'abord à Earl Grey, en Saskatchewan, pendant près de deux ans, puis s'installe sur une exploitation agricole près de Watrous; Neatby a alors 8 ans. La vie est loin d'être facile car son père, un médecin de profession, partage avec ses fils l'apprentissage de l'agriculture. On raconte que (32) les enfants de la famille Neatby ont reçu leur première instruction auprès de leurs parents qui adoraient l'étude, et avec l'aide des 3 000 livres que leur père a apportés dans la région pionnière canadienne. Neatby travaille l'été comme ouvrier de parcelles à l'Université de Saskatchewan tout en continuant ses études. Cyril Goulden, qui deviendra son ami et collègue pour la vie, l'encourage à entreprendre une carrière en génétique. Neatby est doué pour le chant et se révèle un excellent golfeur; il est aussi un hôte plein d'entrain et inoubliable.

Après la Seconde Guerre mondiale, le Canada aborde une ère dynamique de progrès et de prospérité économique. Le pays, dont l'importance sur le plan mondial était relativement négligeable, accède au rang de puissance moyenne avec même son propre lauréat du prix Nobel de la paix en la personne de Lester B. Pearson, et finalement, son propre drapeau. Quant à la recherche, elle n'a jamais été aussi populaire. En effet, elle est à l'origine de nombreux succès obtenus en temps de guerre et, en conséquence, elle bénéficie d'un appui sans précédent, après la guerre, pour l'expansion des organismes gouvernementaux de recherche. Neatby et ses collègues sont les hommes qu'il faut pour ces postes.

Un grand nombre d'anciens combattants utilisent leurs allocations de démobilisation pour continuer leurs études. Certains terminent leurs études secondaires et entrent à l'université où ils obtiennent des diplômes en agriculture ou en sciences biologiques. Par la suite, ils sont engagés par le Service des sciences ou le Service des fermes expérimentales. De plus, le gouvernement du Canada élabore un généreux programme de congé d'études, qui encourage les employés ayant obtenu un premier diplôme à poursuivre leur formation dans des écoles d'études supérieures, dans des domaines liés à leur travail. Un grand nombre de jeunes scientifiques tirent profit de ce programme et utilisent leurs projets de recherche comme sujet de thèse pour obtenir des diplômes d'études supérieures.

LABORATOIRES RÉGIONAUX

Sous la direction de Neatby, le Service des sciences prend de l'expansion et acquiert plus de maturité. Après avoir consacré quelques mois à se familiariser avec le service, il agit promptement et de façon positive. Le 22 août 1946, il adresse à tous les laboratoires et bureaux une note de service demandant le point de vue du personnel sur le développement et l'expansion futurs du Service des sciences. Il encourage les employés à donner leur opinion en leur posant des questions comme celles-ci :

- Devrions-nous conserver des laboratoires individuels de phytopathologie, d'entomologie et de chimie, ou créer des laboratoires régionaux comportant chacun plusieurs disciplines?
- Les laboratoires du Service des sciences devraient-ils être situés sur les campus universitaires ou à proximité, ou plutôt installés près des fermes expérimentales du Dominion?
- Une administration régionale serait-elle avantageuse ou l'actuelle administration centralisée est-elle satisfaisante?

Au début de 1947, Neatby fait appel aux services du Dr W.E. Van Steenburgh qui réintègre le Service des sciences, en qualité de conseiller à la recherche, après avoir servi dans les Forces armées. Affectueusement surnommé le docteur Van, ce scientifique entre à la Direction générale de l'entomologie en 1926, à Chatham, en Ontario. En 1929, il s'installe à Belleville où il contribue à l'expansion de son laboratoire d'entomologie et où il élève des parasites d'un certain nombre d'insectes des fruits. Par suite de ses réalisations à Belleville, il est chargé de la recherche sur les insectes des fruits pour l'ouest de l'Ontario, dont le bureau principal est à Harrow. Il se révèle un excellent administrateur d'autant plus qu'il est parfaitement bien informé du processus de la recherche. Van Steenburgh est nommé directeur adjoint au Service des sciences en 1949. Sa principale mission consiste alors à s'assurer que les scientifiques qui relèvent de ce service ont à leur disposition des laboratoires, des bibliothèques et des bureaux appropriés à leurs besoins.

La première tâche de Van Steenburgh est d'examiner et de résumer les réponses au questionnaire du 22 août de Neatby. Une fois cette tâche accomplie, Neatby envoie, le 21 février 1947, une copie du rapport de van Steenburgh à tous les agents en poste et au sous-ministre Barton. Malgré quelques divergences d'opinions à l'échelle régionale, van Steenburgh déclare, qu'en général, tous les répondants sont d'accord sur les points suivants :

- il faut améliorer la coopération et l'intégration de l'effort scientifique à l'intérieur du service;
- une rationalisation du processus administratif améliorerait la recherche et la gestion au sein du service;
- des laboratoires régionaux bien équipés et établis dans un endroit central, doivent être installés sur les campus universitaires ou sur les lieux des fermes expérimentales si ces dernières sont mieux situées;
- les laboratoires régionaux doivent disposer de terrains sous leur autorité directe et destinés à des travaux expérimentaux;
- une étroite association est nécessaire entre les laboratoires régionaux et les laboratoires locaux;
- tous les laboratoires doivent relever directement des bureaux à Ottawa et non pas des laboratoires régionaux, processus qui alourdirait le système d'un autre palier administratif;
- il est essentiel que des liens étroits de travail et de coopération soient maintenus avec les fermes expérimentales.

Neatby et van Steenburgh préparent une série de recommandations qui deviennent la politique d'administration du Service des sciences. La principale force sous-jacente est l'absolue nécessité d'une étroite collaboration entre toutes les disciplines traitant de problèmes semblables. À la page 11 de son rapport, van Steenburgh déclare à propos de travaux connexes de recherche effectués par le Service des sciences et le Service des fermes expérimentales, que «la réponse logique... (est que) ils doivent travailler sous une direction unifiée, mais... cela... semble irréalisable en raison de difficultés majeures de réorganisation». Onze ans plus tard, les difficultés devaient être surmontées.

La réaction de Barton est favorable. En effet, il remarque que van Steenburgh a produit «un certain nombre de propositions des plus innovatrices» qu'il ait examinées depuis assez longtemps. Il est d'avis que certaines parties peuvent être appliquées à d'autres services.

La première mesure que prend Neatby est de rapprocher les divisions en ce qui concerne leur travail de recherche. Ce n'est pas une tâche facile étant donné que les entomologistes, les pathologistes, les chimistes et les bactériologistes relèvent de leurs chefs divisionnaires respectifs, à Ottawa, et qu'ils occupent fréquemment des laboratoires installés dans des immeubles différents bien qu'ils soient situés dans la même ferme expérimentale ou sur le même campus universitaire. Neatby décide que le meilleur moyen d'atteindre cet objectif est d'établir des laboratoires du Service des sciences où des chercheurs de diverses divisions étudieraient, selon les besoins, les problèmes courants. Indépendamment de la discipline, et partant, de la division, chaque scientifique relèverait du directeur du laboratoire et non du chef de division, comme c'est le cas depuis l'établissement du premier laboratoire d'entomologie à Bridgetown, en Nouvelle-Écosse, en 1910.

Une possibilité se présente lorsque le ministère de la Défense nationale à Ottawa quitte l'immeuble des archives situé à la Ferme expérimentale centrale. Le 27 septembre 1947, deux unités de la Division de la chimie abandonnent leurs locaux étroits et inadéquats et s'installent dans l'immeuble des archives. Peu de temps après, la Division de l'entomologie, logée dans l'édifice de la Confédération, rue Wellington, y déménage. Les deux groupes conservent leur identité divisionnaire, mais dès lors, Neatby a regroupé la majeure partie du personnel du Service des sciences dans les mêmes locaux.

La localité d'Harrow est choisie pour y implanter, à titre d'essai, un laboratoire mixte du Service des sciences. Jusqu'alors, on ne trouvait à Harrow que des entomologistes et des phytopathologistes affectés à la station expérimentale et desservant la même industrie florissante de légumes et d'arbres fruitiers. En 1948, le responsable du laboratoire de phytopathologie d'Harrow, le Dr L.W. Koch, a la charge administrative du premier laboratoire du Service des sciences. Il travaille étroitement avec le chef du groupe d'entomologistes, le Dr H.R. Boyce. Le laboratoire occupe une maison rénovée de deux étages, mise à leur disposition à la station expérimentale. L'essai étant une réussite, Neatby est persuadé que sa décision est la bonne.

Le cas suivant est différent. Le Dr W.C. Broadfoot, un phytopathologiste du laboratoire d'Edmonton, s'installe à Lethbridge pour regrouper les laboratoires du Service des sciences à cet endroit. Il n'a pas suffisamment d'espace pour loger C.W. Farstad et d'autres entomologistes des cultures, qui occupent des bureaux et des laboratoires dans le bureau de poste de Lethbridge, ni R.H. Painter et d'autres entomologistes du bétail, dont les locaux se trouvent à la ferme expérimentale, ni enfin les phytopathologistes, dont certains devront quitter Edmonton. Il lui faut des locaux, et il ne peut attendre qu'on lui en construise. Il fait déménager un hôpital excédentaire de l'aéroport de Lethbridge. En mars 1947, la première pelletée de terre est levée sur les lieux de la station expérimentale et, en décembre 1948, le Dr M.W. Cormack d'Edmonton, chef de la nouvelle Section de phytopathologie, emménage dans ses laboratoires. Les autres disciplines suivent à mesure que la construction de l'immeuble progresse. Parmi les arrivées, on compte A.W. Platt et les améliorateurs de céréales de la Station expérimentale de Swift Current, qui viennent travailler avec les entomologistes en vue de la production d'un blé résistant aux attaques du cèphe du blé. C'est la deuxième fois que des chercheurs du Service des sciences et du Service des fermes expérimentales sont logés dans le même immeuble, le premier cas s'étant produit à Winnipeg.

Le troisième cas est encore différent. Après une proposition initiale de W.A. Ross, qui pendant plusieurs années a été coordonnateur des travaux sur les pesticides à la Division de l'entomologie, Neatby décide qu'une institution spéciale doit être instaurée pour étudier à fond les pesticides. Le campus de l'Université Western Ontario à London est choisi comme emplacement, car Neatby est convaincu que les liens entre les scientifiques universitaires et les chercheurs du ministère de l'Agriculture doivent être consolidés. À London, Neatby a carte blanche. Van Steenburgh a pour tâche de concevoir la disposition générale des laboratoires et des bureaux. Il recrute le Dr Glen d'Ottawa, et le Dr L.W. Koch d'Harrow. Tous trois s'entretiennent avec le Dr W.H. Cook, directeur de la Division des sciences biologiques au CNR, et visitent d'autres centres de recherches pour recueillir des idées. La conception finale est nouvelle, efficace et économique. Plus tard, le module de base sera désigné «unité van Steenburgh» et utilisé pour des laboratoires à de nombreux autres endroits. Le laboratoire du Service des sciences à London est inauguré en 1951. Son directeur est le Dr H. Martin, anciennement de la Station de recherches de Long Ashton près de Bristol, en Angleterre.

En septembre 1947, le même mois où le Service des sciences s'installe dans l'immeuble des archives, Neatby écrit à Barton pour lui proposer l'organisation d'un service statistique consultatif à l'intérieur du Ministère. Neatby souligne que les divisions de la chimie et de l'entomologie ont demandé à engager des biométriciens, mais il croit néanmoins qu'un service ministériel serait plus efficace s'il était à la disposition de tous. Il fait remarquer que le Dr C.H. Goulden, un améliorateur de plantes à Winnipeg, a fait fonction de conseiller statistique pour le Service des fermes expérimentales et d'autres services. Le manuel de Goulden fait autorité au Canada dans le domaine de l'analyse statistique des

données de recherche agricole et, de plus, c'est un sujet qu'il enseigne à l'Université du Manitoba. Barton donne son accord à Neatby et lui demande d'examiner avec Archibald le meilleur moyen de mettre la proposition en application. Le Dr G.B. Oakland devient le premier chef du Service de recherches statistiques en 1950.

DIVISION DE LA BIOLOGIE FORESTIÈRE

La Division de l'entomologie et la Division de la botanique et de la phytopathologie se partagent les travaux de recherche sur la protection des arbres forestiers. J.J. de Gryse, un entomologiste forestier qui avait quitté le laboratoire d'Indian Head pour s'installer à Ottawa en 1925, succède à Swaine en 1934, comme chef de l'entomologie forestière, une division de la Direction générale de l'entomologie. Après la Seconde Guerre mondiale, la recherche forestière s'intensifie dans les domaines de l'entomologie et de la phytopathologie.

À la mi-décembre 1948, le ministère des Mines et des Ressources propose que les entomologistes et les phytopathologistes forestiers soient transférés du ministère de l'Agriculture à celui des Mines et des Ressources. Les Drs Barton, Neatby et Taggart rencontrent le Dr H.L. Keenleyside, sous-ministre des Mines et des Ressources, ainsi que deux de ses conseillers, afin d'examiner la proposition. À l'époque, Taggart est conseiller auprès du sous-ministre Barton. Selon Neatby, ni Keenleyside ni ses conseillers ne semblent comprendre les conséquences d'un tel transfert. Néanmoins ils argumentent en faveur du transfert parce que, selon eux, «le ministère de l'Agriculture est déjà assez considérable».

Le débat se poursuit et, le 21 février 1950, Taggart, qui est devenu sous-ministre, reprend les discussions avec la participation de l'honorable J.G. Gardiner. Taggart a demandé à Glen de préparer une contre-proposition suggérant le transfert de la Direction générale des forêts, à l'exception du secteur de recherche sur les produits forestiers, du ministère des Mines et des Ressources au ministère de l'Agriculture. Taggart propose qu'avant de prendre une décision, toute cette question soit soumise au Comité du Conseil privé pour la recherche scientifique et industrielle. En juin 1951, Taggart écrit au Major général H.A. Young, le nouveau sous-ministre du ministère des Ressources et du Développement, et mentionne que l'affaire a été abandonnée. Le ministère de l'Agriculture a encore survécu aux tentatives d'annexion et demeure intact.

Neatby organise alors une Division de la biologie forestière en réunissant les deux groupes sous la direction de de Gryse en 1951. Grâce à cette initiative, l'industrie forestière ne traitera qu'avec une seule organisation, et la recherche coopérative est encouragée entre les entomologistes et les pathologistes forestiers. Plusieurs laboratoires modernes sont construits pour faciliter les recherches, le plus exceptionnel étant celui de la pathologie des insectes forestiers (1950) à Sault-Sainte-Marie en Ontario, érigé par le gouvernement de l'Ontario mais doté en personnel par le gouvernement du Canada. À cet endroit, des installations ultra-modernes permettent l'étude des virus et d'autres agents pathogènes des insectes dans des conditions atmosphériques contrôlées, et

conformément à de strictes mesures de sécurité pour éviter la fuite de tels organismes. Ce programme était si novateur qu'il a fait l'objet de discussions détaillées avec des homologues américains avant sa mise en œuvre.

De Gryse prend sa retraite en 1952 et le Dr M.L. Prebble devient chef de la Division de la biologie forestière. Né à Saint-Jean au Nouveau-Brunswick, Prebble a fait ses études aux universités du Nouveau-Brunswick et McGill, puis a organisé un laboratoire régional d'entomologie forestière à Victoria, en Colombie-Britannique. Cinq ans plus tard, en 1945, il est muté à Sault-Sainte-Marie en qualité d'agent directeur. Il est la quatrième personne à recevoir la médaille de la Société d'entomologie du Canada pour ses réalisations exceptionnelles. Sous la direction de Prebble qui possède de vastes connaissances sur les forêts et les insectes forestiers, la division élabore des programmes nationaux de relevés, de recherches et de services consultatifs liés à la pathologie et à l'entomologie forestières.

COMITÉS ASSOCIÉS

Depuis décembre 1934, le ministère de l'Agriculture et le Conseil national de recherches du Canada ont parrainé conjointement des comités associés de recherche portant sur les problèmes liés aux céréales. En décembre 1950, le Dr G.A. Ledingham, directeur du laboratoire régional des Prairies du CNRC, à Saskatoon, propose à Neatby que le Service des sciences et celui des fermes expérimentales se joignent au CNRC pour promouvoir la tenue d'un «colloque des chercheurs en zootechnie de l'Ouest». Les chercheurs universitaires en zootechnie dans l'ouest du Canada avaient déjà fait des pressions auprès du CNRC pour la tenue d'un tel colloque en raison des valeurs liées à des réunions semblables dans d'autres disciplines.

Une série de lettres sont échangées entre Neatby, Taggart, Mackenzie (président du CNRC) et Hopkins (récemment nommé directeur du Service des fermes expérimentales). Taggart approuve la participation de quatre chercheurs ministériels au colloque. Il ressort cependant, à la lumière d'une partie de la correspondance, que «certains croient que les activités de recherche du Ministère devraient être transférées au CNRC ou à une nouvelle organisation... administrée séparément au sein du Ministère». Quant à Taggart, il considère que la direction exercée par le Ministère en recherche agricole et «la publicité qui lui est associée» ne doivent être confiées à aucune autre organisation. En conséquence, les choses en restent là, et la recherche agricole progresse comme avant.

RÉALISATIONS ET COLLABORATION

Au cours de ses années d'affectation au Service des sciences jusqu'à son départ en 1956 pour occuper le poste de directeur général des services scientifiques au ministère des Mines et des Levés techniques, van Steenburgh a établi 20 complexes de laboratoires à des endroits tels que Saint-Jean (1950), London (1951), Corner Brook (1952), Maple (1953), Guelph (1955) et Saskatoon (1957).

Il est d'ailleurs fier du fait que près d'un quart du personnel professionel du Service des sciences effectue ses recherches dans des laboratoires mis en commun. Le principal immeuble du Service des sciences situé à la Ferme expérimentale centrale, qui fait face à l'avenue Carling, est inauguré l'année de son départ. En fait, il s'agit d'une annexe à l'immeuble des archives du ministère de la Défense nationale. À la fin de sa carrière, M. Van est sous-ministre au ministère des Mines et des Levés techniques. Le Dr Robert Glen, chef de la Division de l'entomologie, remplace van Steenburgh comme directeur adjoint de Neatby.

Au cours des années, Glen a exercé une influence remarquable sur l'entomologie, la science agricole au Canada et la science en général dans le monde entier. Originaire d'Écosse, il arrive au Canada à un très jeune âge et il fait des études supérieures aux universités de Saskatchewan et du Minnesota, où il saura se distinguer. Ses travaux de recherche au laboratoire de Saskatoon, où il a commencé à travailler pendant ses études, portent sur la taxonomie, la biologie et la lutte contre les vers fil-de-fer. Il s'installe à Ottawa en 1945 en qualité de coordonnateur de la recherche en entomologie, où il saura mettre à profit ses compétences en administration et en diplomatie. Glen reçoit des distinctions de plusieurs universités et sociétés techniques. Il est la troisième personne à recevoir la médaille de la Société d'entomologie du Canada pour ses réalisations exceptionnelles.

En février 1958, Neatby écrit à tous les directeurs de laboratoires du Service des sciences pour leur rappeler leurs fonctions ainsi que les conditions qui doivent guider les travaux de leur personnel scientifique. Avant l'établissement de laboratoires multi-disciplinaires en 1948, les scientifiques relevaient de leur chef de division respectif, soit les entomologistes, de Smallman, les chimistes, d'Emslie, les bactériologistes, de Katznelson, et les phytopathologistes, de Hanna. À l'avenir, note Neatby, chaque chercheur fera rapport de ses activités au directeur de laboratoire par l'entremise du chef de section, et chaque directeur de laboratoire présentera son rapport à Neatby. La Division de la biologie forestière, dont chaque laboratoire conserve un lien direct avec le chef de division à Ottawa, constitue une exception à cette règle.

Les chefs de division font partie du personnel du directeur du Service des sciences en qualité de coordonnateurs techniques. Ils conservent leur autorité sur les laboratoires consacrés à une seule discipline, mais deviennent des conseillers du personnel dans le cas des laboratoires régionaux. L'administrateur Neatby montre qu'il comprend que les spécialistes des champs, des forêts, des étables et des serres sont les plus qualifiés pour cerner et résoudre les problèmes liés aux plantes et aux animaux, parce que ces problèmes prennent naissance dans les champs et les forêts. La nouvelle approche est en bonne voie de réalisation.

Les laboratoires régionaux pluri-disciplinaires encouragent le travail en équipe. Au Laboratoire de recherches sur la rouille de Winnipeg, et à celui de recherches sur les fourrages de Saskatoon, le personnel du Service des fermes expérimentales (améliorateurs de plantes) et celui du Service des sciences

(phytopathologistes) travaillent en étroite collaboration depuis des années. Ils font d'excellents progrès dans leurs efforts visant à approvisionner l'industrie agricole en blé résistant à la rouille et en plantes fourragères adaptées aux grandes plaines canadiennes. Le mot d'ordre de Neatby est le suivant : alimenter le succès et juguler l'échec. Les directeurs de laboratoire qu'il recrute sont d'excellents chercheurs et de bons administrateurs; aussi, son degré de réussite est-il élevé.

Cependant, les temps sont propices à un changement. Avant de décrire les événements de 1959, nous allons suivre l'évolution du Service des fermes expérimentales pendant la sécheresse des années 1930, la guerre et la période d'expansion de l'après-guerre.

Chapitre 8
Les fermes et les stations expérimentales 1937–1958

Les 40 fermes et stations expérimentales, les quelque 200 stations de démonstration et les divisions établies à Ottawa continuent, malgré la séparation survenue en 1937, de servir une population agricole importante et reconnaissante. Le sous-ministre Taggart maintient la politique de la porte ouverte, instaurée lorsqu'il était régisseur de la Station expérimentale de Swift Current. Le directeur a compris l'utilité de faire résider les régisseurs sur les lieux de leur station : c'est un moyen d'inciter les agriculteurs à visiter les stations pour approfondir leurs connaissances et à assister aux nombreuses journées de démonstration organisées par les stations. Parfois, par un beau dimanche après-midi, on peut compter jusqu'à 2 000 visiteurs venus profiter des installations de pique-nique. Le ministre de l'Agriculture est une figure dominante du gouvernement de l'époque grâce à ses liens solidement établis avec la population rurale canadienne.

Pendant la quasi-totalité de ces deux décennies, le ministère de l'Agriculture est dirigé par James Garfield Gardiner, un homme avisé et dynamique. Gardiner est né à Farquhar, dans le comté de Huron en Ontario. Après avoir déménagé dans l'Ouest, il fréquente l'école secondaire de Clearwater au Manitoba, avant d'obtenir un diplôme de l'Université du Manitoba. En 1904, il enseigne à Lemberg (Saskatchewan) et se lance dans l'agriculture en 1916. Il est élu député de la Saskatchewan en 1914 avant de devenir ministre de la Voirie en 1922 et premier ministre de cette province de 1926 à 1929 et de nouveau de 1934 à 1935. En 1935, il est élu député à la Chambre des communes et nommé ministre de l'Agriculture. Il détient ce portefeuille jusqu'en 1957.

Le Dr J.G. Taggart, un homme possédant de vastes connaissances et une solide expérience est sous-ministre de Gardiner pendant la décennie d'après-guerre de 1949–1959. Né en Nouvelle-Écosse, il fait ses études au Collège d'agriculture de l'Ontario, et il est diplômé de l'Université de Toronto en 1911. Au cours des dix années suivantes, il est représentant agricole en Ontario, puis est nommé principal de l'école d'agriculture de Vermilion en Alberta. Plus tard, il travaille dans le service des ventes de tracteurs de la société Ford à Regina (Saskatchewan). En 1921, il est chargé par le sous-ministre Grisdale d'organiser la Ferme expérimentale de Swift Current. Après s'être fort bien acquitté de cette tâche, il s'engage dans la politique provinciale en 1934 et est nommé ministre de l'Agriculture en Saskatchewan, portefeuille qu'il conservera pendant dix ans. À partir de 1939, il occupe un certain nombre de charges liées à l'effort de guerre et aux commissions agricoles fédérales jusqu'à ce qu'il soit choisi comme sous-ministre pour remplacer le Dr Barton en 1949.

La troisième personne qui joue un rôle clé dans les activités du Service des fermes expérimentales pendant cette période est son directeur, le Dr E.S. Archibald. Travailleur acharné et méticuleux, il possède une excellente mémoire et des connaissances encyclopédiques sur l'agriculture canadienne d'un océan à l'autre. Grâce à sa personnalité rayonnante et pleine d'entrain, il se révèle un excellent administrateur et un chef énergique. Par conséquent, il exerce une influence prodigieuse sur l'évolution des fermes expérimentales pendant la crise, la Seconde Guerre mondiale et la période d'après-guerre. Il élève le niveau d'instruction du personnel des fermes expérimentales en recrutant des scientifiques possédant des diplômes d'études supérieures et en incitant les autres à prendre des congés d'études. Il est l'un des principaux artisans de la création de l'Administration du rétablissement agricole des Prairies (ARAP), dont il dirige les activités jusqu'en 1937. Sous sa direction, 28 nouvelles stations et fermes expérimentales et des laboratoires, dont le Laboratoire fédéral de recherches sur les rouilles (Winnipeg), le Laboratoire des cultures fourragères (Saskatoon) et le Laboratoire de recherches sur les sols (Swift Current). Une magnifique montagne de 8 400 pi (2 500 m) couronnée de neige et dominant la Ferme expérimentale au Mile 1019 sur la route de l'Alaska est baptisée mont Archibald, le 13 mars 1947, par la Commission de géographie du Canada pour honorer la mémoire d'un homme d'une énergie remarquable. Archibald prend sa retraite en 1951, après 39 années de service. Sous l'égide de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, il séjourne deux ans à Addis-Abeba en Éthiopie pour conseiller le gouvernement de ce pays en matière de développement agricole.

HORTICULTURE

M.B. Davis, horticulteur du Dominion, est une autre grande figure de l'époque. Né à Yarmouth en Nouvelle-Écosse, lui aussi vient des Maritimes. Diplômé du Collège Macdonald, il poursuit des études supérieures à l'Université du Minnesota et à l'Université de Bristol en Angleterre. Il gère une exploitation agricole et occupe le poste de secrétaire de la *United Fruit Company* en Nouvelle-Écosse avant d'entrer à la Division de l'horticulture en 1914, sous la direction de W.T. Macoun auquel il succède en 1933. Davis établit l'une des divisions les plus solides des fermes expérimentales; ce résultat s'explique par le fait qu'il est fermement convaincu que la culture des fruits et des légumes dans toutes les fermes est avantageuse et indispensable pour le bien-être de la famille agricole. À cet égard, sa conception reprend celle de William Saunders.

Au début de cette période, Davis dispose d'un certain nombre de chambres froides construites dans le bâtiment de l'horticulture. Ces locaux doivent servir à des expériences sur le stockage des fruits à basse température et à l'étude de méthodes de conservation des fruits et des légumes par la congélation. En hommage à ces premières recherches effectuées au Canada sur les aliments congelés, l'honorable Eugene Whelan, ministre de l'Agriculture, fait poser une plaque commémorative sur le bâtiment de l'horticulture en 1982. En 1938, la

division effectue des essais approfondis sur de nombreuses variétés de petits pois cultivés dans la région de Gaspé, les sols tourbeux du Québec, dans la région de Port Arthur (près de Thunder Bay) et à Ottawa. Le cultivar Telephone cultivé dans la région de Gaspé se révèle exceptionnel pour la congélation et il sert de norme de qualité pour évaluer tous les autres. La Division de l'horticulture entreprend également des recherches sur le stockage des fruits dans les chambres à gaz ou à atmosphère contrôlée, qui assure de nos jours aux consommateurs canadiens des pommes d'excellente qualité pendant toute l'année.

STATIONS DE DÉMONSTRATION

Sous la direction de J.C. Moynan, la Division des stations de démonstration atteint son apogée juste avant le début de la Seconde Guerre mondiale. Né à Sainte-Brigide (Québec) en 1889, Moynan, après avoir obtenu son diplôme de l'Université McGill, participe à la réintégration des anciens combattants jusqu'à son entrée à la Division des stations de démonstration en 1921. En 1928, il est nommé chef de cette division, poste qu'il occupera jusqu'à sa retraite en 1953. Le tableau 8.1 montre qu'en 1938, il existe 192 stations de démonstration et 51 sous-stations expérimentales régionales. Toutes sont sous l'autorité directe des surveillants des stations de démonstration et ont leur siège dans 17 fermes et stations expérimentales. Les sous-stations expérimentales régionales, dont la superficie totale mesure plus de 25 000 acres (10 000 ha), sont situées dans les régions sèches du Manitoba, de la Saskatchewan et de l'Alberta, et appartiennent à des particuliers. Elles sont financées par l'entremise de l'ARAP, mais gérées par la Division des stations de démonstration. La division organise quelques sous-stations supplémentaires pour étudier des problèmes particuliers comme celui des sols gris forestiers en Alberta. Le mandat des sous-stations est

Tableau 8.1 Stations de démonstration

	Nombre		
Année	Stations de démonstration	Sous-stations expérimentales de district (financées par l'ARAP)	Total
1915	21	—	21
1920	64	—	64
1925	142	—	142
1930	207	—	207
1935	184	39	223
1938	192	51	243
1940	171	46	217
1945	159	50	209
1950	162	54	216
1955	—	—	227
1958	211	26	237

de vérifier les résultats des expériences visant à réduire l'érosion éolienne dans des conditions de culture commerciale. Les méthodes de culture par bandes et les pratiques culturales destinées à créer une surface motteuse se révèlent efficaces.

Bien que les locaux et les services soient assurés par les régisseurs des 17 fermes expérimentales, le surveillant des stations de démonstration relève directement du chef de la division à Ottawa et non du régisseur. Ce système donne lieu à l'établissement de relations personnelles plutôt ridicules. Citons le cas d'une ferme expérimentale où le régisseur et le surveillant de la station de démonstration ne communiquent entre eux pendant les heures de travail qu'au moyen de notes écrites. Toutefois, ce protocole ne sera pas respecté durant leur partie de bridge du samedi soir.

Les surveillants sont des généralistes qui doivent être au courant de la recherche effectuée dans toutes les disciplines dans les fermes expérimentales de leur secteur. Ils doivent connaître les résultats des expériences effectuées et ils doivent avant tout savoir mettre ces résultats en pratique. Ensuite, ils conseillent les propriétaires des stations de démonstration sur les modalités de vérification des nouvelles théories. Enfin, ils doivent être spécialisés en vulgarisation, parce que chaque année aux mois de juillet et août, en collaboration avec l'agronome provincial de la région, chaque station organise une journée de démonstration pour montrer aux agriculteurs des environs l'application pratique des travaux d'une année. Les quelques journées ainsi organisées annuellement dans tout le Canada attirent plus de 25 600 personnes.

Les autres divisions possèdent leur propre système de sous-stations expérimentales. La Division de l'horticulture détache des membres de son personnel d'Ottawa auprès des départements d'horticulture des facultés d'agriculture de cinq universités. Elles détachent également des professionnels à la Station d'horticulture de l'Ontario à Vineland et à la Station expérimentale de Morden (Manitoba). En outre, la division est directement responsable de l'ensemble des activités des stations expérimentales d'horticulture à Smithfield (Ontario) et à Sainte-Clothilde (Québec). La Division des céréales supervise le Laboratoire fédéral d'amélioration des céréales situé sur le campus de l'Université du Manitoba. Ce laboratoire est logé sous le même toit que le Laboratoire fédéral de phytopathologie qui relève de la Division de la botanique et de la phytopathologie. Ces deux groupes travaillent en étroite collaboration et se considèrent comme parties intégrantes du Laboratoire fédéral de recherches sur les rouilles. Une situation semblable existe entre la Division des cultures fourragères et la Division de la botanique et de la phytopathologie au Laboratoire fédéral des cultures fourragères situé sur le campus de l'Université de Saskatchewan. L'usine pilote pour la fabrication du lin, située à Portage la Prairie (Manitoba), est dirigée par la Division des plantes textiles. Bien que le Laboratoire de recherches sur les sols, construit et financé par l'ARAP, soit situé à la Station expérimentale de Swift Current, il relève de la Division des grandes cultures. En outre, les sections de prospection pédologique de chaque province sont sous l'autorité directe de la Division des grandes cultures. La Division de l'apiculture garde un

scientifique à la Station expérimentale de Brandon au Manitoba. Enfin, la Division de la zootechnie est responsable des travaux exécutés en collaboration avec le ministère de l'Intérieur sur le cattalo (un croisement entre le boeuf domestique et le bison (buffalo), voir Partie II du présent historique) dans le parc national de Buffalo à Wainwright (Alberta), jusqu'en 1950. Les seules divisions qui n'exercent aucune autorité directe sur les scientifiques ou les stations à l'extérieur d'Ottawa sont celles de l'aviculture et des tabacs, quoique cette dernière ait à une époque (1912) assumé le contrôle de ses propres stations extérieures.

ZOOTECHNIE

Le nouveau chef de la Division de la zootechnie, le Dr H.K.C.A. Rasmussen, est nommé en 1951. Né dans l'Illinois, Rasmussen est diplômé des universités du Manitoba, de la Californie et de l'Iowa. En 1930, il entre au service des stations et fermes expérimentales à Lethbridge en qualité de chef de la section de la zootechnie. En 1949, il est engagé par le *South Dakota State College* et cumule les fonctions de professeur et de chef du département de zootechnie. Rasmussen est un atout précieux pour la division. Il poursuit la politique amorcée par Muir, qui consiste à recruter des scientifiques d'expérience comme G.M. Carman, W.J. Pigden et C.G. Hickman. En 1958, à la suite du départ à la retraite de H.S. Gutteridge, chef de la Division de l'aviculture, Rasmussen restructure les divisions de la zootechnie et de l'aviculture en une seule division. La recommandation de Hopkins visant à créer une division de l'industrie animale n'a pas de suite. Toutefois, Rasmussen recrute le Dr J.A. Elliott, un bactériologiste des produits laitiers.

PROSPECTION PÉDOLOGIQUE

Les premiers à effectuer officiellement des travaux de prospection pédologique au Canada sont des chimistes du Collège d'agriculture de l'Ontario (31) en 1914. D'autres provinces, par l'entremise de leur ministère d'Agriculture ou de leurs universités, se livrent de temps à autre à de la prospection de reconnaissance, mais ce n'est qu'en 1935 qu'on vise à étendre le système à l'échelle nationale, c'est-à-dire au moment de l'octroi des fonds de l'ARAP. Le «crédit cultural» de l'ARAP est la principale source de fonds des départements de pédologie des universités de l'Alberta, de la Saskatchewan et du Manitoba pour les travaux de prospection dans leur province respective. La Commission canadienne de pédologie doit son existence à E.S. Archibald. Il a réussi, au début des années 1940, à mobiliser les ressources des ministères provinciaux d'Agriculture, des départements de pédologie des facultés universitaires d'agriculture et du Service des fermes expérimentales pour mettre sur pied un programme national unifié d'études pédologiques. Au commencement, le Dr E.S. Hopkins, chef de la Division des grandes cultures, des sols et du génie rural, et plus tard, en 1946, le Dr P.O. Ripley, supervise l'application du programme, les fonds étant administrés par cette division.

Né à Lindsay en Ontario, en 1890, Hopkins est diplômé du Collège d'agriculture de l'Ontario à Guelph et de l'Université du Wisconsin. Il est représentant agricole à Peterborough (Ontario) pendant trois ans avant d'enseigner en Alberta, dans les écoles d'agriculture de Vermilion et d'Olds. En 1920, il obtient le poste d'agriculteur du Dominion et de chef de la Division des grandes cultures à la Ferme experimentale centrale. Archibald lui confie en outre, en 1938, la tâche de directeur associé au Service des fermes expérimentales. Il résigne ses fonctions de chef de division en 1946. En 1951, Hopkins remplace Archibald au poste de directeur du Service des fermes expérimentales.

Né à Port Perry (Ontario), Ripley fait ses études universitaires à Guelph et au *Michigan State College*. Il passe trois ans à la division d'Ottawa avant d'entrer à la Ferme expérimentale de Lennoxville (Québec). Cinq ans plus tard, soit en 1931, il retourne à Ottawa à la Division des grandes cultures. Ripley remplace Hopkins au poste d'agriculteur du Dominion et au poste de chef de la Division des grandes cultures, des sols et du génie rural.

Le siège provincial de chaque équipe de prospection pédologique se trouve généralement à l'université de la province. Les équipes se composent d'un nombre égal de fonctionnaires provinciaux et d'employés des fermes expérimentales. Tout ce groupe fonctionne comme une section et la personne responsable est soit un pédologue provincial soit un pédoloque fédéral, selon les qualités de chef manifestées par les membres de l'équipe. En 1944, le programme est en bonne voie avec près de 125 millions d'acres (50 millions ha) qui ont fait l'objet de levés cartographiques. L'année suivante, après la fin de la Seconde Guerre mondiale, la Commission canadienne se réunit pour la première fois. Les D[rs] A. Leahey et P.C. Stobbe de la Division des grandes cultures sont respectivement président et secrétaire. La réunion des équipes provinciales doit permettre de normaliser la nomenclature des sols dans tout le pays et de suivre les mêmes méthodes d'analyses chimiques et physiques pour caractériser les échantillons de sols des différentes provinces. Le système est appliqué dans toutes les provinces, sauf au Québec qui s'est retiré du programme alors qu'il en était à ses débuts, en 1938. En 1975, le Québec participe de nouveau à ce programme.

STATIONS PÉPINIÈRES FORESTIÈRES

Les stations d'Indian Head et de Sutherland en Saskatchewan, jouent un rôle important dans la lutte contre l'érosion des sols engagée par l'ARAP à la fin des années 1930. Ces deux stations ouvertes respectivement en 1903 et 1913 par le ministère de l'Intérieur passent sous la tutelle du Service des fermes expérimentales en 1931. Elles ont pour fonction de produire des plantules de différentes espèces d'arbres et d'arbrisseaux à feuilles persistantes et à feuilles caduques et d'approvisionner les agriculteurs des grandes plaines. Les agriculteurs, ou planteurs, ainsi désignés par le personnel des pépinières, reçoivent des conseils quant aux sites de transplantation des jeunes plants, les techniques

de plantation et d'entretien. Les arbres servent de brise-vent autour des exploitations agricoles, dans la partie des champs exposée au vent et où le sol a tendance à s'éroder, et plus tard dans la partie exposée au vent des étangs-réservoirs destinés à recueillir la neige qui, une fois fondue, permet d'abreuver le bétail. Le tableau 8.2 présente un résumé du nombre d'arbres distribués et du nombre de planteurs qui en ont bénéficié entre 1937 et 1958. La distribution la plus

Tableau 8.2 Distribution d'arbres de stations pépinières aux agriculteurs

Année	Arbres	Agriculteurs
	(millions)	(milliers)
1937	8,1	7,0
1940	6,7	7,2
1945	4,0	5,8
1950	5,7	7,0
1958	6,3	3,7

importante a lieu en 1937, après quoi le nombre des jeunes plants distribués est réduit en raison de la sécheresse et des dommages causés par la sauterelle. Au cours de la Seconde Guerre mondiale, le nombre des planteurs diminue, mais à partir de 1950, six millions de jeunes plants sont répartis chaque année entre plus de sept mille agriculteurs.

En 1935, quatre associations d'essences pour brise-vent sont développées sous l'égide de l'ARAP pour réduire l'érosion des sols et améliorer la rétention de la neige. Ainsi, à Conquest, les agriculteurs plantent 3 700 000 arbres pendant la décennie de 1937 à 1946. À la fin de 1951, ils avaient planté 533 milles (860 km) de haies. Dunlop (9) calcule en 1950 que l'augmentation du rendement grâce aux brise-vent se chiffre à 16 p. 100 pour l'avoine et à 7 p. 100 pour le blé.

Avec le temps, et notamment à partir du moment où John Walker devient régisseur à Indian Head en 1958, les activités des deux stations se diversifient et ne sont plus limitées exclusivement à la production d'arbres. Walker a fait ses études aux universités de l'Alberta et du Minnesota. Il est horticulteur à la Ferme expérimentale d'Indian Head pendant cinq ans avant de se joindre au ministère de l'Agriculture du Manitoba à Winnipeg à titre d'horticulteur, et plus tard professeur d'horticulture à l'Université du Manitoba. En 1942, il revient à Indian Head comme régisseur de la station pépinière forestière. Des scientifiques comme les Drs W.H. Cram et J. Wilner, qui partagent les théories de Walker, viennent travailler à la station. Les espèces à feuilles persistantes et à feuilles caduques indigènes à tous les climats froids et secs du monde ont déjà été essayées. Walker va plus loin. Avec l'emploi de brise-vent, la culture de légumes et de plantes ornementales est plus facile et Walker reconnaît que l'amélioration génétique d'arbrisseaux et d'arbres destinés aux brise-vent pourrait être avantageuse. Il serait utile d'effectuer une étude permettant de savoir pourquoi certains arbres peuvent supporter le froid et la sécheresse tandis que d'autres ne le peuvent pas. Walker dispose d'un personnel nombreux et hautement

compétent, qui est en mesure de relever les défis et d'améliorer les terres arables de l'agriculteur des prairies.

LABORATOIRES DES FERMES EXPÉRIMENTALES

L'organisation en 1925 du Laboratoire fédéral de recherches sur les rouilles à Winnipeg (Manitoba) est décrite au chapitre 5. De 1937 à 1958, ses scientifiques mettent au point des blés résistant à la rouille. Ils sont cultivés sur une vaste échelle et, par conséquent, permettent aux agriculteurs des prairies de maintenir une productivité élevée.

Le Dr G.P. McRostie, agriculteur du Dominion et chef de la Division des cultures fourragères à Ottawa, accepte en 1929 le poste de professeur d'agronomie à l'Université du Manitoba. Parmi les candidats les plus compétents, Archibald arrête son choix sur le Dr L.E. Kirk, professeur de grandes cultures à l'Université de Saskatchewan. Né à Bracebridge en Ontario, cinq jours avant
92 que l'Acte concernant les stations agronomiques ne reçoive la sanction royale en 1886, Kirk s'est acquis une renommée internationale comme améliorateur de graminées et de légumineuses. Il accepte l'offre d'Archibald après avoir convenu que la Division des cultures fourragères établira un laboratoire sur le campus de l'Université de Saskatchewan, qu'elle sera chargée de toutes les recherches dans le domaine des cultures fourragères et qu'elle offrira des cours sur ce sujet. C'est pendant la crise, en 1931, que le Laboratoire de recherches sur les cultures fourragères du Dominion est créé; les étudiants de la Saskatchewan reçoivent une formation solide à un coût raisonnable pour l'université, et le laboratoire bénéficie d'une aide enthousiaste et compétente de la part des étudiants.

Le Laboratoire de recherches sur les sols, établi à la Station expérimentale de Swift Current en 1936, permet de poursuivre les travaux amorcés en 1922 par Sidney Barnes, membre de la Division des grandes cultures à Ottawa. Certains considéraient que la capillarité jouait un rôle dans la perte d'eau subie par les sols des terres arides. Cette fausse conception entraîne la pratique généralisée d'une façon culturale qui forme une couche superficielle poussiéreuse et il en résulte la quasi-destruction des sols du Triangle Palliser. Barnes réussit à prouver que cette théorie de la capillarité est erronée. Il est nommé agent responsable du nouveau laboratoire de Swift Current, mais malheureusement, il meurt en 1935. Le Dr J.L. Doughty le remplace. Avec l'aide de son personnel, il fait de nouvelles découvertes importantes pour faire obstacle à la désertification des prairies. Jusqu'en 1957, la division des grandes cultures garde la responsabilité du laboratoire. Elle devient alors la Section des sols de l'actuelle Station de recherches de Swift Current.

Durant cette période, le Ministère aménage des laboratoires de transformation des fruits et des légumes à Kentville en Nouvelle-Écosse et à Morden au Manitoba. Suit en juin 1929, le laboratoire de Summerland en Colombie-Britannique. À Lethbridge en Alberta, où l'irrigation a permis l'essor d'une importante industrie du bétail, un laboratoire d'étude sur la laine (le seul au Canada) et un laboratoire de nutrition animale sont instaurés. Ils sont tous dotés

de spécialistes compétents qui s'intéressent particulièrement aux problèmes industriels de leur région tout en restant au service des autres régions du pays.

EFFORT DE GUERRE

Pendant la Seconde Guerre mondiale, les divisions, les fermes et les stations expérimentales sont sollicitées de différentes façons pour contribuer à l'effort de guerre. La recherche de succédanés au kapok et au caoutchouc effectuée par les divisions du Service des sciences a déjà été signalée. Plusieurs fermes et stations contribuent à cet effort en cultivant le pissenlit (*Taraxacum kok sagyz*) pour le caoutchouc, et l'asclépiade commune pour le kapok. En collaboration avec l'Office agricole des approvisionnements, ils cultivent le soja, le tournesol et le colza en quantités considérables pour la fabrication d'huiles industrielles et comestibles. Étant donné l'inaccessibilité des sources d'approvisionnement, les horticulteurs de nombreuses stations régionales cultivent des semences-souche de légumes pour la production commerciale.

Après la déclaration de la Seconde Guerre mondiale en 1939 et au début du programme de formation des forces aériennes du Commonwealth, la Division des cultures fourragères prévoit le besoin de renseignements pour l'aménagement, l'agrandissement et l'entretien des terrains d'aviation. Par conséquent, la division recueille toutes les données accessibles à ce sujet pour être en mesure de répondre aux questions au moment opportun. Moins d'un an plus tard, elle est assaillie d'une avalanche de questions. Dès 1940, les agents de la Division des cultures fourragères et les spécialistes dans ce domaine à Charlottetown, Scott et Agassiz consacrent une partie considérable de leur temps à conseiller les ministères de la Défense nationale et des Transports sur la préparation, l'ensemencement et l'entretien des pistes d'atterrissage gazonnées et du gazon autour des bâtiments. Le personnel des fermes expérimentales se voit finalement chargé de l'exécution de toutes les phases de l'engazonnement, notamment la préparation des devis descriptifs, les appels d'offre, l'adjudication des contrats et la direction des travaux. Ce n'est pas une mince tâche pour les quatre personnes qui assument à elles seules ces responsabilités pour tout le Canada. À Ottawa, une personne y consacre presque tout son temps, et les trois autres s'occupent de tous les terrains d'aviation de leur région respective.

La recherche sur les méthodes de déshydratation des fruits et des légumes représente une autre grande contribution des fermes expérimentales pendant la Seconde Guerre mondiale. En premier lieu, les laboratoires de transformation des fruits et des légumes à Ottawa, Kentville et Summerland déterminent le meilleur moyen de conserver les fruits et les légumes. Ils communiquent leurs renseignements aux entreprises de déshydratation et leur enseignent comment appliquer les méthodes appropriées. De plus, J.A. Gilbey, un scientifique de la Division de l'horticulture à Ottawa se rend au Labrador pour le compte du ministère de la Défense nationale pour y diriger la production des légumes. Malgré la rareté, voire l'absence de sols appropriés, et les basses températures, il est possible d'y produire des légumes avec succès par des moyens entièrement

artificiels, grâce à l'hydroculture et à l'éclairage artificiel, ce qui permet d'alléger la charge excessive du réseau de transport pour l'approvisionnement des régions nordiques en légumes frais.

STATIONS DU NORD

Après la Seconde Guerre mondiale se manifeste le besoin d'accroître la production alimentaire au Canada. Nombreux sont les Canadiens qui estiment qu'un territoire agricole illimité s'offre dans toutes les régions situées au nord des provinces, au Yukon et dans les Territoires du Nord-Ouest. D'aucuns estiment que si les Canadiens apprenaient à exploiter ces terres, elles constitueraient un nouveau pactole agricole pour le Canada.

On en connait déjà énormément sur le potentiel agricole du Nord. Les missionnaires se sont établis en aval de la vallée du MacKenzie. Ils élèvent du bétail et cultivent des légumes, dont ils se nourissent. En 1905, Saunders, en collaboration avec la Gendarmerie royale du Nord-ouest fait des essais d'évaluation de plants, et la première station permanente du Nord est instaurée en 1907, à Fort Vermilion en Alberta. Au moment où W.D. Albright prend en charge la station de Beaverlodge (Alberta) en 1915, on cultive dejà des parcelles expérimentales à Fort Smith et à Fort Resolution dans les Territoires du Nord-Ouest, et à Grouard sur le petit lac des Esclaves en Alberta.

Néanmoins, les renseignements sur le potentiel du Yukon et des Territoires du Nord-Ouest sont souvent fragmentaires, ou reposent sur les travaux effectués dans les régions septentrionales des provinces des prairies. Étant donné le renouveau d'intérêt à l'égard du potentiel de production du Nord, après la Seconde Guerre mondiale, Archibald décide d'ouvrir deux fermes expérimentales permanentes dans les territoires.

La première est établie en 1946 au Mile 1019 sur la route de l'Alaska par J.W. Abbott. L'armée américaine vient de terminer la construction de l'autoroute, et Abbott lui emprunte le matériel lourd nécessaire à la mise en chantier de la station. Avant 1946, Abbott pratiquait l'agriculture à Fort St. John en Colombie-Britannique, où il exploitait une station de démonstration pour Beaverlodge jusqu'au moment de sa retraite en 1956. Entre 1956 et la fermeture de Mile 1019 en 1970 divers agents lui succèdent.

La deuxième ferme est établie par J.A. Gilbey, en 1947, à Fort Simpson (Territoires du Nord-Ouest) dans une île au confluent de la rivière Liard et du fleuve Mackenzie. Elle est située dans une petite ferme qui a été exploitée par un médecin au service du ministère des Affaires indiennes. Gilbey est un diplômé en horticulture du Collège Macdonald et a travaillé auparavant à la Division de l'horticulture à Ottawa. Après sa mort soudaine en 1955, divers agents dirigent la ferme jusqu'à sa fermeture.

Les fermes de Mile 1019 et de Fort Simpson cultivent des parcelles expérimentales jusqu'à Inuvik dans le Nord et Yellowknife dans l'Est. En 1965, ces fermes sont réduites au rang de sous-stations de Beaverlodge, pour libérer des ressources pour la recherche dans les basses terres de la région de la rivière des

Esclaves. Leur objectif consiste à déterminer les possibilités de pâturage du million d'acres (400 000 ha) de hautes graminées croissant sur une plaine d'inondation au nord de Fort Smith. Au cours de leurs 25 années d'existence, ces deux stations ont servi à déterminer le potentiel de production agricole et animale des principales terres arables du Nord-Ouest. Elles ont mis au point des systèmes de production de base à l'intention des nouveaux cultivateurs.

L'histoire de l'ouverture des stations agronomiques de Kapuskasing en Ontario et de La Ferme au Québec, en 1916, a déjà été relatée. Dans ces deux régions du Nord, la population agricole a augmenté jusqu'en 1930, mais par la suite un grand nombre de fermes ont été abandonnées. L'intérêt manifesté pour l'agriculture dans le Nord, après la Seconde Guerre mondiale, entraîne aussi, en 1956, la création à Fort Chimo (Québec) de la dernière station dans le Nord près de la côte de la baie d'Ungava. Dix années de recherche par les agronomes ont clairement démontré que les saisons sont trop courtes pour assurer la rentabilité des cultures commerciales. R.I. Hamilton et H. Gasser concluent qu'il est possible de cultiver des légumes hâtifs, mais qu'il faut utiliser des tunnels de plastique, des paillis pour capter et conserver la chaleur, et des engrais appropriés. La station ferme ses portes en 1965.

TERRE-NEUVE

En 1949, le Canada étend ses frontières avec l'annexion de Terre-Neuve comme dixième province au sein de la Confédération. Depuis 1935, le gouvernement de Terre-Neuve exploite une ferme pilote et une école d'agriculture. En 1942, la Ferme expérimentale de Nappan, en collaboration avec la ferme pilote de Terre-Neuve, effectue des essais de variétés et d'engrais. Peu de temps après l'accès de Terre-Neuve au rang de province, le Service des fermes expérimentales achète la ferme pilote près de Saint-Jean ouest, qui devient ainsi la station expérimentale du réseau située le plus à l'est. L.J. Green occupe le poste de régisseur de la station expérimentale jusqu'en 1956, année où H.W.R. Chancey, chef de l'équipe pédologique à Terre-Neuve est nommé régisseur à son tour; plus tard, il deviendra directeur. Chancey demeurera à ce poste jusqu'à sa retraite en 1984; il est alors connu dans toute l'île sous le nom de «Monsieur Agriculture». Pendant un an, il bénéficie d'un congé accordé par la Direction générale de la recherche pour assumer la charge de sous-ministre provincial de l'Agriculture.

LE RYTHME S'ACCÉLÈRE

Le nombre de diplômés tant au Service des fermes expérimentales qu'au Service des sciences augmente rapidement, avec le retour des anciens combattants qui ont opté pour une prime de démobilisation sous forme de cours de formation. De 1945 à 1955, le nombre des scientifiques passe de 370 à un chiffre record de 1 249 (voir annexe IV).

Parallèlement à l'expansion du Service des fermes expérimentales et du Service des sciences au cours des années 1950, des discussions s'engagent entre ceux qui penchent en faveur de la recherche «fondamentale» et les partisans de

la recherche «appliquée». Dans une lettre à Taggart datée du 3 février 1951, Hopkins exprime son point de vue à propos d'un rapport préparé par Glen, à l'époque chef de la Division de l'entomologie, énumérant les travaux de recherche fondamentale planifiée pour les entomologistes du nouveau laboratoire du Service des sciences à London (Ontario). Hopkins est d'accord avec la liste, mais affirme qu'il ne semble pas y avoir de grande différence entre les projets de la recherche fondamentale et ceux de la recherche appliquée. Certaines personnes tant du Service des fermes expérimentales que du Service des sciences commencent à se rendre compte qu'en agriculture, toute la recherche vise à résoudre les problèmes et se classe, selon les besoins, dans la catégorie «fondamentale» ou «appliquée».

Hopkins prend sa retraite en 1955 à l'âge de 65 ans. Il demeure à Ottawa jusqu'à sa mort, au début de 1960. Le Dr Cyril H. Goulden, céréaliste du Dominion, le remplace. Goulden, scientifique par excellence, avait été muté de Winnipeg à Ottawa pour diriger la Division des céréales en 1948. Il a été nommé
96 agent responsable et améliorateur de plantes au Laboratoire fédéral d'amélioration des céréales à Winnipeg, au moment de son ouverture en 1925. Ses contributions à l'amélioration des céréales et à l'avancement de l'agriculture canadienne sont nombreuses et exceptionnelles, entre autres un des premiers ouvrages qui fait autorité dans le domaine des méthodes statistiques en recherche. On ne pourrait rêver de meilleur candidat que Goulden pour ce poste et celui-ci poursuit ses activités dans le domaine de la recherche pratique et la solution de problèmes statistiques, tout en continuant d'administrer l'organisation. Goulden prend immédiatement une décision judicieuse en nommant le Dr J.C. Woodward directeur adjoint. Woodward était alors chef de la Division de la chimie au Service des sciences; cependant, il connaît bien le fonctionnement des fermes expérimentales puisqu'il s'était joint à la Division de la chimie en 1934 avant la formation du Service des sciences. En qualité de chimiste, il a travaillé en étroite collaboration avec les scientifiques de la zootechnie et des plantes. Cette nomination offre à Goulden une autre voie excellente de communication avec le Service des sciences. Woodward contribuera de façon importante aux réorganisations futures.

Le Dr D.G. Hamilton remplace Goulden au poste de céréaliste du Dominion. Né dans une famille d'exploitants agricoles près de Fredericton (Nouveau-Brunswick), il est diplômé du Collège Macdonald à Sainte-Anne-de-Bellevue (Québec) et de l'Université du Wisconsin. Il entre à la Division des céréales en 1938 avant de servir pendant quatre années dans l'artillerie royale canadienne au cours de la Seconde Guerre mondiale. Hamilton qui a réussi à développer des variétés d'avoine et d'orge se révèle un chef prudent et réfléchi.

L'année 1955 est également marquée par le départ à la retraite de M.B. Davis, horticulteur du Dominion, à l'âge de 65 ans. Il est remplacé par le Dr H. Hill du personnel de la division. Hill, originaire de Valleyfield (Québec), a fait ses études à l'Université McGill à Montréal et à l'Université de Londres (Angleterre) en phytophysiologie. Il est inspecteur de semences de pommes de terre pendant deux ans avant d'entrer à la Division de l'horticulture en 1927. Il est tué

en 1959 dans un accident de voiture entre Smithers et Prince George (Colombie-Britannique), au cours d'un voyage d'affaires.

Goulden a la possibilité de travailler avec une équipe relativement nouvelle de chefs de divisions et de régisseurs de fermes et stations expérimentales. Au cours des cinq années précédant sa nomination comme directeur, et y compris l'année de sa nomination en 1955, quatre nouveaux chefs de division sont nommés à Ottawa et douze nouveaux régisseurs sont nommés dans les fermes et les stations régionales. Plus de 35 p. 100 de ces hauts fonctionnaires sont nouveaux; la majorité d'entre eux ont tiré profit de l'allocation de formation offerte aux anciens combattants après la guerre. On voit naître l'exaltation du renouveau, présage des changements à venir.

La période de 1937 à 1958 de l'histoire du Service des fermes expérimentales et du Service des sciences est marquée par la transformation de l'agriculture canadienne qui, après avoir lutté contre les conditions climatiques de semi-aridité et les infestations de sauterelles, devient une entreprise nationale qui affirme sa détermination et son optimisme. L'accroissement de la productivité par travailleur agricole est plus forte que dans n'importe quel autre secteur industriel au Canada. Les exportations agricoles compensent largement les importations canadiennes de produits alimentaires. Les agriculteurs s'informent, auprès de la ferme expérimentale et du laboratoire des sciences les plus proches, des plus récentes recommandations sur les variétés de plantes, les rations alimentaires les plus à point pour le bétail et la volaille et les méthodes les plus nouvelles de répression des maladies et des insectes. Ces deux décennies de progrès extraordinaires ne sont qu'un prélude à de nouveaux développements.

Chapitre 9
La Direction de la recherche issue de la fusion de deux services

Le projet de fusion des fermes expérimentales et du Service des sciences commence déjà à germer en 1947 lorsque Neatby, en poste depuis deux ans seulement, et van Steeburgh formulent une nouvelle politique pour le Service des sciences. Le projet continue de mûrir en 1948 lorsque le Dr Cyril Goulden quitte Winnipeg pour s'installer à Ottawa comme chef de la Division des céréales.

Les Drs Goulden et Neatby travaillent au départ au Laboratoire de recherches sur la rouille des céréales, à Winnipeg, de 1926 à 1935, où Goulden est améliorateur de blé et son assistant, Neatby, fait des recherches sur le blé résistant à la rouille. Ils collaborent à la rédaction de plusieurs articles, dont le premier (6) est publié en 1928. Les deux scientifiques sont diplômés en agriculture de l'Université de la Saskatchewan, ont enseigné à leur alma mater et chacun d'eux a obtenu un doctorat en phytogénétique du campus Saint-Paul de l'Université du Minnesota. Ils sont étroitement liés à l'Institut agricole du Canada, en tant que présidents nationaux et membres associés. Ils sont aussi membres de la Société royale du Canada et se préoccupent particulièrement de l'avenir de l'agriculture canadienne et de la prospérité du Canada dans son ensemble. Le terrain semble donc propice.

À l'automne 1948, Neatby entreprend une tournée de six semaines des organismes de recherche agricole à Washington D.C. et aux environs, ainsi que dans huit États du nord des États-Unis. Il rédige ensuite un volumineux rapport (58 pages) et un sommaire comparant les organismes américains avec le ministère de l'Agriculture du Dominion. Il fait remarquer au sous-ministre Barton «qu'il faudra peut-être apporter des changements radicaux à notre organisation administrative». Il signale, par exemple, qu'au Canada la recherche sur le bétail est partagée entre les divisions de la pathologie vétérinaire et de la chimie du Service des sciences, de l'hygiène vétérinaire du Service de la production, et de la zootechnie du Service des fermes expérimentales. Il recommande pour le Canada quelque chose de «comparable au Bureau de l'industrie animale». Il est évident que Neatby n'est pas heureux de l'organisation de la recherche agricole au sein du Ministère, mais comme le sous-ministre Barton a approuvé le système conçu par Swaine, Neatby ne pourra probablement rien y changer avant qu'un nouveau sous-ministre soit désigné, même s'il en a avancé l'idée.

Les premières mesures positives pour fusionner le Service des fermes expérimentales et le Service des sciences sont prises à l'automne 1956, lorsque Goulden et Neatby invitent Sir William Slater, secrétaire du *British Agricultural Research Council*, à visiter un certain nombre de fermes expérimentales et de laboratoires du Service des sciences d'un bout à l'autre du Canada. Le 2 mai

1957, Sir William arrive à Québec et passe six semaines en compagnie de Neatby et Goulden, à visiter les établissements de recherche agricole, en route vers Vancouver. Dans son rapport, reçu par Neatby en juillet, il dit essentiellement que les deux services font une excellente recherche agricole, en dépit de l'organisation dichotomique, et il recommande fortement leur fusionnement. Le rapport est envoyé au sous-ministre, le Dr J.G. Taggart, qui est très favorable à la recherche agricole, ayant lui-même treize ans d'expérience comme régisseur à la Station expérimentale de Swift Current.

En novembre 1957, Goulden lui aussi est fermement persuadé de la nécessité d'unir les deux services. Il écrit à Neatby pour lui proposer de créer un «Bureau de recherche agricole», composé de deux services de recherche, en plus d'une unité de recherche indépendante qui fournirait les services de photographie et de statistique. Les premiers ordinateurs sont à la fois énormes et coûteux. Il est impensable que chaque scientifique ou même chaque station dispose du sien. Selon la proposition de Goulden, l'un des services s'occuperait de la recherche appliquée dans divers domaines comme les plantes, le sol, les animaux, la foresterie et le génie agricole. L'autre serait un service spécialisé de recherche qui s'occuperait de la recherche fondamentale, notamment en entomologie, phytopathologie, botanique, bactériologie, génétique, pesticides, herbicides, répression biologique et biométrie, dans des instituts spécialisés. Goulden est convaincu que sans le Service spécialisé de recherche, la recherche de base ou fondamentale sera négligée sous la pression des problèmes pratiques. Neatby réagit rapidement et répond dans la semaine à Goulden. Il le remercie de sa proposition qu'il approuve, sauf pour l'idée de créer une administration indépendante pour chacun des deux services de recherches. Neatby est d'avis que la recherche au Ministère doit être un mélange de recherche fondamentale et de recherche appliquée. Il est d'accord avec la perpétuation des instituts de recherches à vocation spécialisée qui étudieront les problèmes en profondeur. À son avis, la recherche strictement fondamentale doit être laissée aux universités, aux organismes privés et à l'industrie.

Au cours de l'année suivante, le projet de fusionner les services se précise. Le Service des sciences poursuit sa consolidation en réunissant des scientifiques de différentes divisions sous un même directeur, tant à Saskatoon qu'à Winnipeg. La consolidation s'est faite à Lethbridge (Alberta) une décennie auparavant, en 1947, et à London (Ontario) en 1951. En juin 1958, au moins deux plans, A et B, sont formulés pour l'établissement d'un service de recherches au ministère de l'Agriculture du Canada. Le plan A est accepté en principe, puis modifié plusieurs fois par un comité de direction mixte formé de membres des deux services. À l'issue de longues discussions internes et bilatérales pour définir des termes comme «institut» et «station» les parties parviennent à s'entendre sur les principaux points, a savoir qu'il faut réunir les deux services et leur donner une vocation unique, conjuguer les recherches qui se chevauchent et établir des liens hiérarchiques directs entre les scientifiques et leurs directeurs et par voie de conséquence avec le directeur général du Service de recherches.

Le ministre, l'honorable D.C. Harkness, et le sous-ministre, Taggart, appuient fortement le plan A. En fait, Taggart préside toutes les réunions du comité formé de Neatby, Goulden, Woodward et Glen.

Le 28 juin 1958, G.G.E. Steele du Conseil du Trésor et M.A. Scobie de la Commission de la Fonction publique assistent à une réunion du comité (7). Tous les deux assurent les participants qu'«il n'y a pas de désaccords majeurs (des agences centrales) sur les principes de base d'un service de recherche comme celui proposé dans le plan A». Les relations interministérielles en matière de recherche sylvicole posent certaines difficultés car la Division de biologie forestière du Service des sciences s'occupe de la recherche sur la pathologie forestière et les problèmes zoologiques, alors que la recherche en sylviculture et en aménagement forestier relève de la compétence du ministère du Nord canadien et des Ressources nationales. Le point litigieux est que la recherche sylvicole relève d'une double administration. Les participants à la réunion conviennent que l'ensemble des recherches sylvicoles, sauf en matière de produits forestiers et d'économie forestière, devraient être transférées au ministère de l'Agriculture. Steele et Scobie s'entendent pour demander à leurs directeurs de présenter cette proposition au Comité du Conseil privé sur la recherche scientifique et industrielle.

Glen est chargé de préparer un mémoire en bonne et due forme à l'intention du Conseil du Trésor et de la Commission de la Fonction publique. Taggart lui demande de décrire les objectifs du nouveau service (qui sera appelé la Direction de la recherche), la direction même, les différences fondamentales entre l'organisation proposée et celles qu'elle est appelée à remplacer, et les raisons de la réorganisation. Steele lui demande aussi de préparer un second mémoire à l'intention du Conseil du Trésor pour obtenir un changement de la structure des crédits qui doivent être approuvés par le Parlement. Le 11 juillet 1958, Glen présente un mémoire de quatre pages intitulé *Recommendation for the Establishment of a Research Branch* (Recommandation pour la création d'une Direction de la recherche). C'est une recommandation claire et concise, bien dans le style de Glen qui signale par ailleurs à Taggart que ce document «pourrait devenir (un document) d'importance historique». La recommandation est reproduite à l'annexe III.

Le 12 septembre 1958, Goulden et Neatby envoient une lettre officielle de trois pages aux responsables de toutes les fermes expérimentales et des laboratoires du Service des sciences les informant que le ministre, l'honorable Douglas C. Harkness, vient d'annoncer la fusion des deux services. Elle entrera en vigueur le 1er avril 1959. Jusqu'à ce moment, toutes les négociations et les discussions se sont déroulées à Ottawa, même si de nombreuses rumeurs de réorganisation circulent ailleurs. La déclaration ministérielle envisage une direction de la recherche qui réunisse toutes les fermes expérimentales et les laboratoires du Service des sciences en une seule organisation efficace, et ajoute que dorénavant une approche collective sera adoptée pour résoudre les problèmes, «solution de plus en plus recherchée par les scientifiques du Ministère au cours des dernières années, et qui sera facilitée par l'unification de l'administration et des programmes».

Les principaux points repris dans la lettre de Goulden et Neatby, commentant la déclaration ministérielle, soulignent la nécessité :

1) d'offrir aux chercheurs de différentes disciplines plus d'occasions de travailler ensemble à la solution des problèmes agricoles;
2) de donner plus de responsabilités et d'autorité aux responsables des stations régionales et des instituts, par une plus grande décentralisation;
3) de donner au personnel de l'administration centrale la possibilité de consacrer plus de temps à la planification et à l'élaboration des programmes;
4) de créer une direction des programmes pour élaborer et coordonner le programme complet de recherches sur la base des problèmes plutôt que sur celle des diverses disciplines, ce qui est vraiment le changement le plus significatif;
5) de constituer des instituts de recherche avec le personnel scientifique des différentes divisions.

Les organismes dont il est question aux points 4 et 5, se partageront les deux responsabilités antérieurement dévolues aux divisions. La direction des programmes aura uniquement une fonction de conseillère auprès du personnel, et les instituts auront des fonctions hiérarchiques semblables à celles des stations de recherches. Les laboratoires de biologie forestière sont les moins touchés par la réorganisation. Le directeur du programme de recherche en biologie forestière est chargé d'assurer la direction hiérarchique des dix laboratoires de recherches régionaux en biologie forestière. À cet égard, la Division de biologie forestière fait exception.

Le sous-ministre est chargé de choisir les dirigeants de la nouvelle organisation. Il s'agit de Neatby, sous-ministre adjoint (Recherches), de Goulden, directeur général, Direction de la recherche, de Glen, directeur général adjoint (Programme) et de Woodward, directeur général adjoint (Administration). Goulden répond au sous-ministre et le félicite du choix de Neatby comme sous-ministre adjoint. Il remarque, cependant, que des membres du Service des sciences ont été nommés aux postes un et trois alors que les représentants du Service des fermes expérimentales occupent les postes deux et quatre. Des sélections sont aussi faites pour les postes clefs, soit les directeurs de programmes et les directeurs des instituts.

Or, le 27 octobre 1958, la tragédie frappe. Neatby meurt d'une tumeur au cerveau. Au début de septembre, il se plaint de la fatigue et, malgré un enthousiasme soutenu pour le plan de fusion, il n'arrive pas à y consacrer le temps qu'il voudrait. Inutile de dire que sa mort est un coup terrible pour l'organisation naissante. Goulden devient alors sous-ministre adjoint (Recherches), Glen devient directeur général de la Direction de la recherche, Woodward directeur général adjoint (Programme) et S.B. Williams, régisseur de la Ferme expérimentale de Nappan, directeur de l'administration.

Les avis d'appel de ces nominations ne sont publiés que le 4 décembre 1958. Aucun appel n'est reçu. La direction des programmes sous l'égide de Woodward est composée de Rasmussen (animaux), Hamilton (cultures), Smallman (entomologie et phytopathologie), Ripley (sols) et Prebble (biologie fores-

tière). Au début d'avril 1959, toutes les nominations des directeurs associés des programmes et des directeurs des instituts et des stations sont confirmées.

Comme dans la majorité des cas, la réorganisation ne se fait pas sans heurts, et certains rajustements s'imposent. La nouvelle organisation et les responsabilités à l'intérieur même de celle-ci, sont très différentes de celles des deux anciens services. Il revient maintenant à chaque directeur de station de décider quels projets de recherche doivent être entrepris en respectant les programmes approuvés par la direction. La responsabilité de planifier, d'exécuter et d'interpréter les recherches incombe maintenant à chaque scientifique. Quel changement par rapport aux deux organisations précédentes où la responsabilité des projets entrepris et l'administration de la recherche relevaient des divisions de chaque discipline, centralisées à Ottawa! Il faut plusieurs mois aux scientifiques et au personnel de l'administration centrale pour s'y adapter. Dans les nouveaux instituts, une forte résistance se développe parmi les scientifiques. Dans toute la nouvelle direction, des liens d'amitié et de loyauté, forgés de longue date, sont ébranlés. Certains scientifiques relèvent maintenant d'un directeur dont la formation et l'expérience peuvent différer de la leur. Ce fait est nouveau pour un grand nombre de ceux qui ont travaillé au Service des sciences, et ils craignent le pire. Les directeurs du Programme de recherches sont également désorientés car ils n'ont plus maintenant qu'un rôle consultatif et non plus hiérarchique. Cependant, la plupart des gens travaillent avec détermination et Woodward aplanit un grand nombre de difficultés qui ont surgi au cours des six premiers mois par sa note de service du 8 octobre 1959.

La concrétisation des plans dissipent les divisions. Les instituts de recherches, principalement établis à Ottawa, reprennent leur personnel. L'Annexe II résume ces changements. Les différents établissements absorbent certaines divisions telles que la chimie du Service des sciences et les stations de démonstration du Service des fermes expérimentales. D'autres divisions, comme celles de la zootechnie et de l'aviculture du Service des fermes expérimentales, et d'entomologie du Service des sciences restent quasi intactes, formant des instituts de recherches avec des noms similaires et très peu de changement de personnel.

À des endroits tels que Nappan, Lennoxville, Vineland et Agassiz, où il n'y a que du personnel des fermes expérimentales ou du Service des sciences, la fusion n'entraîne guère de changements, sauf dans les noms, et dans bien des cas après 1959. Dorénavant, les stations de démonstration sont connues sous le nom de fermes d'essais et leur administration est confiée au directeur ou au régisseur le plus proche. Le nombre de fermes d'essais est progressivement réduit. À d'autres endroits tels que Fredericton, Harrow et Lethbridge, où les laboratoires des fermes expérimentales et du Service des sciences relèvent dorénavant d'un seul directeur, la fusion rend possible l'intégration du personnel scientifique et du personnel de soutien des deux services d'origine au sein de la nouvelle Direction de la recherche. L'élaboration de projets de recherche multidisciplinaires est d'autant plus facilité. Dans bien des cas, il s'agit de l'aboutissement d'un processus qui s'est manifesté au cours de la décennie précédente,

mais que les hauts fonctionnaires de la Direction sanctionne officiellement et qui, dans la plupart des cas jouit de l'appui des scientifiques. De nouveaux programmes regroupant des phytopathologistes et des phytogénéticiens, des phytogénéticiens et des spécialistes en nutrition animale, des nutritionnistes et des vétérinaires entomologistes, des entomologistes et des spécialistes en sol, deviennent choses communes et favorisent l'approche collective pour l'avancement de la recherche et la poursuite des objectifs du programme.

La plantule bien établie deviendra un arbre fructueux!

Chapitre 10
Les dix premières années de la Direction de la recherche 1959–1968

Il devient vite évident que les Drs Neatby et Goulden ont été bien inspirés en adoptant le principe «l'union fait la force». C'est le devoir d'un scientifique d'interroger et, comme dans toute réorganisation, certains doutes sont soulevés. D'aucuns scientifiques préféreraient continuer à relever directement d'Ottawa. Il existe aussi certains problèmes mineurs concernant l'intégration du personnel professionnel et du personnel de soutien. Toutefois, le fusionnement est généralement perçu comme une nette amélioration pour l'administration de la recherche.

Le premier changement dans la structure de la nouvelle direction survient au bout de douze mois lorsque, le 1er avril 1960, l'administration de la Direction des programmes de biologie forestière et ses dix laboratoires, de Corner Brook (Terre-Neuve) à Victoria (Colombie-Britannique), sont transférés au tout nouveau ministère des Forêts. Des discussions antérieures avec le Conseil du Trésor et la Commission de la Fonction publique concernant la sylviculture avaient permis d'envisager le fusionnement de toutes les recherches forestières et leur intégration à la Direction de la recherche. D'autres plans étaient cependant mis en œuvre.

Au début d'avril 1962, Goulden, le premier sous-ministre adjoint de la direction, prend sa retraite. Il s'est distingué durant sa longue carrière au Ministère comme responsable du laboratoire d'amélioration du blé à Winnipeg, comme conférencier et auteur de manuels sur les statistiques appliquées à la recherche agricole, comme céréaliste du Dominion à Ottawa, et comme directeur du Service des fermes expérimentales. De plus, il est l'un des deux pionniers à l'origine de la Direction de la recherche et enfin, il est le premier sous-ministre adjoint (Recherche) (SMA(R)) de la nouvelle direction. Glen, le premier directeur général, est le choix logique comme successeur de Goulden, et sa nomination est confirmée peu après le départ de celui-ci.

Pour combler le poste de directeur général de la Direction de la recherche laissé vacant par la promotion de Glen, on sollicite des candidatures au sein du Ministère dans tout le Canada. Le 27 novembre 1962, C.S. Barry, sous-ministre de l'Agriculture, adresse une note de service au personnel concernant l'offre d'emploi, en soulignant que la nomination du nouveau directeur général entraînerait un changement fondamental de la structure organique de la direction. En tant que SMA(R), Goulden était responsable de la gestion de la Direction de la recherche. À l'avenir, le directeur général (Direction de la recherche) assumera cette responsabilité. Le SMA(R) sera membre du comité

de gestion du Ministère et sera aussi imputable, par délégation du sous-ministre, de la recherche biologique faite au Ministère. Ainsi se répétera, d'une certaine façon, la situation vécue de 1934 à 1937, lorsque Swaine a été nommé conseiller scientifique en chef au Ministère par le sous-ministre Barton. Afin de remplir ses fonctions de SMA(R), Glen déménage de la Ferme expérimentale centrale pour s'installer au bureau principal du Ministère situé dans l'immeuble de la Confédération, rue Wellington, à Ottawa.

L'Acte concernant les stations agronomiques de 1886 et chacune de ses modifications ultérieures spécifient que toutes les recherches effectuées par le Ministère relèvent des fermes expérimentales. Cependant, les ministres décident de temps en temps de confier certaines recherches à la Direction de l'hygiène vétérinaire, à la Direction de l'économie, à la Commission canadienne des grains ou à l'Administration du rétablissement agricole des Prairies. De cette façon, Glen coordonne tous les efforts de recherche du Ministère et assure la liaison avec les autres ministères fédéraux pour tout ce qui concerne la recherche. Il est le porte-parole officiel du Ministère pour la recherche lorsqu'il négocie avec les ministères provinciaux, les universités, les industries et les organisations agricoles. Il gagne la confiance des doyens des facultés d'agriculture qui l'invitent à participer à leurs assemblées annuelles. Glen se préoccupe aussi de projeter une bonne image du Ministère auprès du public et il contribue à l'élaboration des politiques, des objectifs et des procédures du Ministère. En 1967, l'année du centenaire du Canada, Glen déménage de nouveau, mais cette fois il s'installe dans l'immeuble Sir John Carling, récemment ouvert sur le campus de la Ferme expérimentale centrale, afin d'être avec le reste du personnel de l'administration centrale du Ministère.

Le Dr J. Ansel Anderson, directeur de la Station de recherches de Winnipeg, gagne le concours de directeur général à la Direction de la recherche, et s'installe à Ottawa en février 1963. De 1931 à 1939, il a travaillé au Conseil national de recherches du Canada, pour ensuite devenir chef chimiste à la Commission canadienne du blé. Pendant près d'un an, il a occupé le poste de directeur de la Station de recherches de Winnipeg. Anderson connaît bien l'équipe de scientifiques de la direction et la façon dont elle procède aux recherches. De 1946 à 1951, il a dirigé le Comité associé sur la qualité des grains du CNRC. Ce comité contrôlait la qualité des nouvelles variétés de céréales à homologuer au Canada et avait des normes extrêmement rigoureuses. Tous les améliorateurs de céréales de la Direction de la recherche connaissent Anderson. Ils le respectent pour ses connaissances en agriculture, sa facilité de rédaction, la rationalité de ses analyses critiques et le niveau d'excellence de ses réalisations scientifiques. Il possède un Doctorat en droit de chacune des trois universités des Prairies. C'est un scientifique sans pareil, tout en étant un ami et un promoteur de l'agriculture canadienne. On attend beaucoup de ce nouveau directeur général.

Anderson passe les six premiers mois de travail dans son nouveau poste à étudier la Direction en visitant ses institutions. Au cours des cinq années qui suivent, il apprend à les connaître toutes, de Terre-Neuve à l'Île Vancouver en passant par le nord aussi loin que le Mile 1019, sur la route de l'Alaska, et Fort

Simpson au confluent de la rivière Liard et du Mackenzie, et vers le sud jusqu'à Manyberries et Harrow; en fait, il a visité à plusieurs reprises la plupart des institutions les plus importantes.

Le 3 juillet 1963, il nomme Woodward directeur général associé et il donne aux quatre directeurs, Hamilton, Rasmussen, Ripley et Smallman, des responsabilités de direction en plus de leurs fonctions de conseillers.

D'autres changements se produisent à la suite de la Commission royale d'enquête sur l'organisation du gouvernement (1960), dirigée par J.G. Glassco. La Commission, instituée par décret le 16 septembre 1960, soumet ses rapports (13) au gouvernement en février 1963, au moment même où Anderson quitte Winnipeg pour Ottawa afin d'assumer ses nouvelles fonctions. Le rapport fait l'éloge du ministère de l'Agriculture pour la haute qualité de ses recherches et pour les «contributions importantes et tangibles à la communauté agricole résultant de ses recherches». La Commission admet aussi que la formation de la Direction de la recherche, avec la centralisation de ses services administratifs et communs, mais aussi avec la liberté accordée aux unités de recherche de planifier et d'exécuter leurs propres projets, constitue un grand pas en avant. Toutefois, la Commission remarque que «le Ministère semble avoir accepté les réformes initiales comme définitives». Elle critique l'organisation de la Direction de la recherche dans laquelle 54 unités relèvent d'un seul bureau, celui du sous-ministre adjoint (Recherche). (Goulden est titulaire du poste au moment de la rédaction du rapport). La dernière observation de la Commission est que plusieurs petites unités entreprennent des recherches dans plusieurs domaines, qu'elles manquent de personnel scientifique, de matériel et qu'elles n'ont pas les fonds nécessaires pour l'acquisition de ressources documentaires. La commission Glassco recommande fortement que «des laboratoires régionaux soient formés par la fusion des unités de recherche actuelles».

Anderson est au courant des observations faites dans le rapport de la Commission et sait que, en raison des nouvelles responsabilités liées au poste de directeur général, c'est à lui qu'il appartient d'apporter les corrections. Le 10 mars 1964, il propose donc verbalement au sous-ministre Barry que l'autorité directe du directeur général ne s'étende plus à 54 mais à 5 unités. Pour atteindre ce but, il prévoit continuer de se charger de l'administration centrale et de la coordination des services et des programmes, mais de constituer trois entités avec les autres secteurs de la direction. En conséquence, les instituts, la section est et la section ouest relèveront chacune d'un directeur général adjoint. Le sous-ministre Barry accepte la proposition et, le 1er avril 1964, Anderson avise tous les responsables des établissements que la réforme prendra effet le 15 avril 1964. Il ajoute que, même si un directeur général adjoint est placé entre les directeurs des stations et lui, et que ses communications avec eux s'en trouveront réduites, d'autres moyens tels que les rencontres régionales et ses visites aux stations de recherches fourniront d'amples occasions pour les consultations individuelles. Bien que Anderson ne l'annonce pas, il est évident que les trois directeurs généraux adjoints auront leur bureau à l'administration centrale d'Ottawa et

qu'ils représenteront leur zone géographique respective aux réunions du comité de gestion de la direction. L'Ouest sera représenté par Rasmussen, un excellent spécialiste du bétail; l'Est sera représenté par Hamilton, un chercheur hautement qualifié dans le domaine des plantes et possédant une bonne connaissance du français, et les instituts seront représentés par Migicovsky, un biochimiste de renommée mondiale, choisi 5 mois plus tard.

Le Dr B.B. Migicovsky, natif de Winnipeg, est diplômé des universités du Manitoba et du Minnesota. En 1940, il entre au laboratoire d'essais sur les vitamines de la Ferme expérimentale centrale, fait ensuite partie des forces armées outre-mer pendant trois ans, et revient en 1945 à la Division de la chimie du Service des sciences. Les travaux de Migicovsky ont un rayonnement considérable et les plus notables lui confèrent une renommée internationale. Il s'agit d'une part d'une méthode qui permet d'éliminer le strontium 90 et le césium 137 du lait et d'autre part d'une meilleure connaissance de l'utilisation du calcium et de la vitamine D sur le bétail.

Les changements structurels touchent aussi les directeurs de programme. N. Ripley conserve sa fonction de coordination, mais il prend le titre de directeur général adjoint (Coordination). Le titre de directeur associé de programme est changé pour celui de coordonnateur des recherches. Ce changement indique plus clairement que les titulaires ont plutôt des fonctions de conseillers que de direction.

La réaction des directeurs des stations et des instituts est immédiate et positive. Ils constatent qu'ils auront une forte représentation régionale au niveau du comité de gestion de la direction. En général, ils accueillent favorablement le fait que la personne dont ils relèveront n'aura pas plus de 21 autres directeurs d'établissement sous son autorité. La répartition se fait comme suit : 22 stations de l'ouest, 19 stations de l'est et 9 instituts.

Il faut mentionner deux nominations additionnelles. À l'automne de 1959, le sous-ministre Barry est si impressionné par les capacités administratives et les connaissances encyclopédiques sur l'agriculture canadienne de S.B. Williams, qu'il lui demande de se joindre à son équipe à l'administration centrale du Ministère. Par la suite, Williams succède à Barry comme sous-ministre. En 1959, le Dr D.S. Laughland devient directeur de l'Administration, poste laissé vacant par Williams. Il est né à Collingwood, en Ontario, où son père est agronome de district. Sa famille déménage à Guelph au moment où le jeune Laughland entre à l'école. Il obtient son diplôme du Collège d'agriculture de l'Ontario, à Guelph, puis il s'enrôle dans la Marine royale du Canada. En 1945, il reprend son travail à la Division de la chimie du Service des sciences d'Ottawa comme biochimiste dans la nouvelle section des vitamines. En 1963, lorsque Laughland obtient sa mutation à la Commission de la Fonction publique, Anderson persuade le Dr R.A. Ludwig, directeur de l'Institut de recherches sur les végétaux, de postuler l'emploi vacant. C'est ainsi que Ludwig est nommé directeur général adjoint (Administration) et s'installe dans une suite de bureaux adjacents à ceux de Anderson, ce qui facilite une collaboration étroite pour résoudre les problèmes administratifs importants.

Ludwig, natif de Calgary, est diplômé en phytopathologie de l'Université de l'Alberta et du Collège Macdonald. En 1940, il devient professeur au Collège Macdonald et, en 1951, il entre au laboratoire du Service des sciences à London (Ontario) sous la direction du Dr H. Martin. En 1959, lors du fusionnement des fermes expérimentales et du Service des sciences, Ludwig est nommé directeur de la Station de recherches de Kentville. En 1961, lorsque le poste de directeur de l'Institut de recherches sur les végétaux devient libre, il s'installe à Ottawa. Selon les rapports de l'époque Anderson estime que Ludwig est un scientifique intelligent et travailleur, doté d'une forte personnalité et d'une imagination fertile.

La plupart des ministres manifestent un vif intérêt pour les activités de la Direction de la recherche tout comme pour celles des services qui l'ont précédée. En 1963, l'honorable Harry Hays, producteur laitier, commissaire-priseur et ancien maire de Calgary, succède à l'honorable Alvin Hamilton comme ministre de l'Agriculture. Hays veut que les visiteurs, surtout les visiteurs étrangers, voient des spécimens du meilleur bétail canadien. C'est pourquoi, en 1965, il fait regrouper des vaches laitières et des animaux de boucherie en troupeaux d'exposition. Les fermes expérimentales cèdent deux étables pour abriter les animaux et le pâturage nécessaire pour les nourrir. La Direction de la production et des marchés fournit les services d'entretien du troupeau et le financement. Le ministre visite souvent les étables tôt le matin, avant l'arrivée des vachers. Il visite aussi les stations de recherches aussi souvent que possible, surtout celles de Lacombe et de Lethbridge, car ce sont les deux plus proches de Calgary.

Enfin, Anderson donne suite à la dernière observation du rapport de la Commission Glassco sur la recherche agricole disant que «plusieurs petites unités entreprennent des recherches... et manquent de ressources appropriées». Il consolide les stations en en fermant quelques-unes et en affectant leur personnel et leurs fonctions à de plus grosses institutions mieux situées. Il fait de la Station expérimentale de Scott une sous-station de la Station de recherches de Saskatoon; la Ferme expérimentale de Indian Head devient une sous-station de la Station de recherches de Regina; Fort Vermilion en Alberta, Fort Simpson dans les Territoires du Nord-Ouest, Mile 1019 au Yukon, et Prince George, en Colombie-Britannique, deviennent toutes des sous-stations de Beaverlodge, qui prend le titre de Groupe de recherches du Nord. Cependant, à cause de pressions locales indépendantes de sa volonté, il lui est impossible de fermer Scott et Indian Head. Il parvient toutefois à fermer la ferme expérimentale d'élevage des animaux à fourrure à Summerside, à l'Île-du-Prince-Édouard, les stations expérimentales de Saint-Charles de Caplan et Fort Chimo au Québec, les laboratoires d'entomologie de Guelph et de Chatham en Ontario, et le laboratoire de phytopathologie d'Edmonton. Les stations expérimentales de Wabowden au Manitoba et de Smithers en Colombie-Britannique mettent fin à leurs travaux et, finalement, la Station d'arboriculture forestière de Sutherland en Saskatchewan est elle aussi fermée. Cette restructuration libère les scientifiques et le personnel de soutien nécessaires pour les stations plus importantes, plus productives et mieux équipées.

Pendant le mandat d'Anderson, à la suite de la Commission Glassco, le bureau de Conseil du Trésor demande aux organismes gouvernementaux de recherche d'évaluer les dépenses en ressources humaines et financières pour chacun de leurs objectifs de recherche. Bien que les informations concernant les finances soient facilement disponibles, il semble que ce soit une mauvaise façon de mesurer et de classifier les efforts de recherche. Le nombre de scientifiques engagés dans chaque discipline comme la pédologie, la zootechnie ou les cultures, qui peuvent être divisées par la suite en sous-groupes au besoin, semble être une meilleure base. C'est le début de la gestion par objectifs dans la direction.

En avril 1963, Glen rencontre Anderson, S.B. Williams, directeur de l'administration pour le Ministère, A.H. Turner directeur de la Direction de l'économie, et Kristjanson du bureau du Vétérinaire fédéral pour discuter des nouvelles politiques en matière de recherche agricole et de la façon de satisfaire la demande du Conseil du Trésor. Le Conseil de la productivité nationale, le

Conseil de recherches économiques, le Conseil national de recherches du Canada et la Commission Glassco sont tous chargés d'étudier l'efficacité des dépenses fédérales pour les programmes nationaux de recherche. Glen s'attend à ce que le gouvernement fédéral instaure un service de planification économique et il veut que la Direction de la recherche démontre combien ses recherches profitent aux agriculteurs et aux consommateurs.

Les administrateurs de la Direction de la recherche conviennent d'élaborer et de mettre à l'essai une méthode d'évaluation des programmes de recherche individuels sur le plan des coûts, du temps et du nombre de scientifiques. Il arrive souvent qu'un scientifique partage son temps entre plusieurs programmes. Rasmussen et le Dr A.S. Johnson élaborent une méthode et la mettent à l'essai à l'Institut de recherches sur les végétaux, à Ottawa, à l'Institut de recherches antiparasitaires, à London, et aux stations de recherches de Winnipeg et de Lethbridge. Les directeurs respectifs de ces organismes fournissent aisément les renseignements demandés et chacun d'eux propose de légères modifications. En décembre 1963 à la suite de l'adoption de ces modifications, Anderson demande à tous les directeurs de faire la répartition des coûts et des heures consacrées par chaque scientifique à l'exécution de chaque programme de recherche.

En janvier 1964, après avoir obtenu les renseignements demandés, Glen demande aux doyens des facultés d'agriculture et des écoles vétérinaires de lui faire parvenir les mêmes données. Il fait la même demande aux sous-ministres provinciaux de l'Agriculture pour leurs programmes particuliers. En juillet 1964, toutes les données sont compilées et des copies en sont envoyées aux divers responsables qui ont fourni les renseignements de base. Les renseignements sont utiles non seulement à la direction et au Ministère, mais aussi au Conseil des sciences pour juger des efforts relatifs consacrés à chaque grand domaine d'activité. Le Conseil du Trésor demande que les prévisions budgétaires soient établies en fonction de la même répartition. Mais les choses en restent là jusqu'en 1968 lorsque la gestion par buts et objectifs devient à la mode. En

octobre 1968, les Drs J.W. Morrison et C.J. Bishop s'efforcent de résoudre le problème de l'intégration de la nouvelle méthode d'évaluation à l'enquête sur la recherche et le développement, de manière à permettre aux directeurs de gérer par objectifs (GPO). À la fin de l'année 1968, les directeurs définissent des buts et des objectifs pour leurs programmes et Morrison devient maître dans l'art de coordonner cette nouvelle méthode pour la direction et le Ministère.

En 1968, Glen profite de l'occasion qui s'offre à lui de devenir secrétaire du Comité des sciences du Commonwealth et conseiller scientifique du secrétaire général du Commonwealth, dont le bureau est situé à Londres, en Angleterre. Ce poste lui convient parfaitement à cause de sa solide expérience en recherche, de ses connaissances en administration de la recherche scientifique et de sa facilité de communication avec son entourage. Il sert le Commonwealth avec distinction pendant 5 ans et prend ensuite sa retraite à Victoria, en Colombie-Britannique.

À cette époque, Anderson approche aussi de son 65e anniversaire, et de la retraite. Il remplit simultanément les fonctions de sous-ministre adjoint (Recherche) et de directeur général de la Direction de la recherche durant ses derniers mois qu'il passe au Ministère.

Les dix premières années d'existence de la Direction de la recherche (rebaptisée Direction générale de la recherche en 1979) ont permis le regroupement des chercheurs scientifiques de toutes les disciplines, sauf de la médecine vétérinaire et de l'économie. Et même dans ces deux domaines, une collaboration étroite s'établit pour l'exécution de quelques programmes soigneusement choisis. Un organisme de recherche agricole interdisciplinaire unifié est vraiment plus productif que plusieurs groupes unidisciplinaires.

Chapitre 11
La Direction générale de la recherche aujourd'hui 1969–1985

Au cours des dernières années, la Direction générale de la recherche a connu une foule de changements au sein de son organisation. Certains sont attribuables à de nouvelles politiques gouvernementales, d'autres s'expliquent par des remaniements au sein même du Ministère. Avec chaque changement, l'objectif est de permettre à la recherche de répondre davantage aux besoins de tous les secteurs de l'industrie de production alimentaire canadienne. Les agences centrales du gouvernement ont cherché le moyen de prédire les bienfaits de la recherche avant de l'amorcer et d'en mesurer l'efficacité pour la mener à terme. La Direction générale de la recherche a adopté une attitude positive et a souvent montré de quelle manière un nouveau régime ou une nouvelle organisation pouvait fonctionner ou devenir plus efficace. Parfois, les changements ont abouti à une augmentation des coûts administratifs par scientifique, à une décentralisation des programmes de recherche ou, malheureusement, à un dédoublement des efforts.

Des suppositions de toutes sortes sont faites pendant l'été de 1968, à la suite du départ à la retraite de Glen et Anderson. La question est de savoir si les nouvelles nominations viseront des personnes de la direction générale, du Ministère ou carrément de l'extérieur? En août 1968, le Dr J.C. Woodward, l'un des quatre artisans de la Direction générale de la recherche en 1959, est nommé sous-ministre adjoint (Recherche). Né dans une ferme d'élevage de bovins près de Lennoxville (Québec), il est diplômé du Collège Macdonald et de l'Université Cornell en nutrition animale. Il a été agronome adjoint au Ministère de l'Agriculture du Québec avant d'entrer à la Division de la chimie en 1934. Après ses années de service militaire au cours desquelles il est décoré de la croix et de la médaille militaire, il s'installe à Portage la Prairie au Manitoba pour mettre sur pied la station de lin à filasse des fermes expérimentales. De retour à Ottawa, il est nommé chimiste du gouvernement au Service des sciences en 1949, et directeur associé au Service des fermes expérimentales en 1955.

Le Dr B.B. Migicovsky passe du poste de directeur général adjoint (Instituts) à celui de directeur général à la Direction générale de la recherche, où il remplace Anderson. Le Dr E.J. LeRoux, coordonnateur de l'entomologie, remplace Migicovsky à la tête des Instituts. Né à Ottawa, il sert dans la Marine royale canadienne avant d'obtenir ses diplômes des universités Carleton à Ottawa et McGill à Montréal. LeRoux est membre de l'équipe de la Division de l'entomologie qui, en 1949, effectue l'étude sur la mouche piqueuse du nord avant d'entrer, en 1950, au laboratoire du Service des sciences de Harrow en qualité

d'entomologiste. En 1953, il est muté au laboratoire du Service des sciences, à Saint-Jean (Québec). C'est là qu'il acquiert une renommée internationale pour son étude sur la dynamique des populations d'insectes et l'effet des insectes sur l'écologie. En juillet 1962, il quitte la Direction générale de la recherche pour enseigner l'entomologie au Collège Macdonald et, en décembre 1965, il retourne à Ottawa comme coordonnateur de l'entomologie, succédant ainsi au Dr A.P. Arnason.

Le Dr T.H. Anstey, directeur de la station de recherches à Lethbridge, remplace Rasmussen promu au poste de directeur général adjoint supérieur. À ce titre, Rasmussen est chargé de la coordination des programmes et il est le proche collaborateur du directeur général. En juillet 1968, Anstey accepte la bourse universitaire *British Nuffield Fellowship* pour étudier l'organisation et la gestion de la recherche agricole en Grande-Bretagne. Il revient à Ottawa en avril 1969. Anstey avait travaillé comme étudiant, l'été de 1941, à la Ferme expérimentale d'Agassiz (Colombie-Britannique) où il est retourné en 1946. Par la suite, il est nommé régisseur à la Station expérimentale de Summerland, puis est muté à Lethbridge en 1959.

Woodward déménage son bureau de l'immeuble K.W. Neatby à l'immeuble Sir John Carling pour se rapprocher des bureaux de l'administration générale du Ministère. À cet égard, il suit l'exemple de Glen, contrairement à Anderson qui a gardé son bureau dans l'immeuble K.W. Neatby lorsqu'il a été nommé sous-ministre adjoint par intérim.

Migicovsky, reconnaissant la valeur de la gestion par objectifs (GPO) entreprise par Anderson, demande à Morrison et à son équipe de perfectionner le système. En juin 1969, Morrison est en mesure d'établir la liste de tous les scientifiques et de leurs objectifs avec la fraction de temps consacrée à chaque projet de recherche. Dorénavant, les gestionnaires reçoivent des renseignements précis, plutôt que des estimations, sur le volume de recherches effectuées au Canada dans chaque discipline agricole. Il est encore nécessaire de réfléchir avant d'attribuer la portion appropriée à chaque discipline.

À ce stade, Migicovsky convoque les directeurs à une conférence spéciale pour l'automne de 1969 afin de leur expliquer la manière de s'engager dans l'étape finale de la GPO. Cette conférence avait pour but de permettre à chaque directeur de station de connaître les responsabilités de ses scientifiques pour répondre à des buts et des objectifs déterminés, d'établir un système d'imputabilité fonctionnelle et d'intégrer la gestion par objectifs aux exigences des prévisions budgétaires et aux évaluations du personnel.

Migicovsky veille ensuite à développer l'esprit d'équipe et de cohésion au sein de la direction générale. Il se demande pourquoi chaque station de recherches projette une bonne image aux yeux de sa collectivité propre, ce qui n'est pas du tout le cas de la direction générale considérée dans son ensemble. C'est pourquoi, il lance la publication d'un journal intitulé «Tableau».

Le premier numéro de «Tableau» paraît en octobre 1970 avec le Dr D.B. Waddell comme rédacteur en chef. Le comité de rédaction est composé du Dr D.G. Hamilton et de D.G. Peterson, et est présidé par le Dr C.E. Chaplin, chef du

Service d'information scientifique. Le premier numéro publie un éditorial intitulé *From the D.G.'s Desk* où Migicovsky expose la politique scientifique du gouvernement canadien. Il présente des remarques sur différents rapports publiés ou sur le point de l'être, comme ceux de Smallman (37) et de Shebeski (36), et il fait ressortir le fait que le changement est à l'ordre du jour. Ce premier numéro de Tableau contient également un article du Dr K. Rasmussen qui, à la veille de sa retraite, présente les possibilités à venir; en page couverture, il y a un rapport sur l'ouverture d'un nouveau centre de microscopie électronique à l'Institut de recherches en biologie cellulaire; la station de recherches d'Ottawa y est décrite; et il est question de certains personnages importants. Bien que Tableau ne soit pas l'organe officiel de la direction générale, il était à l'époque et demeure encore de nos jours un moyen de communication propre à favoriser la compréhension entre les membres de la direction et à stimuler leur enthousiasme.

À son départ à la retraite, en 1970, Rasmussen est remplacé par le Dr A.E. Hannah. Né à Rouleau (Saskatchewan), Hannah est diplômé des universités du Manitoba et du Minnesota en phytogénétique. Auparavant, il a servi dans l'Aviation royale canadienne. Il est membre du club international *Silk Worm* auquel il se joint après avoir eu la vie sauve à la suite d'un saut en parachute. De 1949 à 1955, il est améliorateur de plantes oléagineuses au Laboratoire d'amélioration des céréales du Dominion à Winnipeg avant d'être muté à la Division des céréales à Ottawa comme améliorateur d'orge. À l'instauration de la Direction générale de la recherche, il devient coordonnateur de l'amélioration des céréales. Après la mutation d'Anderson de Winnipeg à Ottawa, il est nommé Directeur de la Station de recherches de Winnipeg avant d'en devenir le Directeur général adjoint (Coordination).

Fin 1971, le sous-ministre Williams demande à Hannah de présider un groupe de travail ayant comme mandat de mettre au point un système de planification et de coordination d'une partie des activités reliées aux produits alimentaires du Ministère. Pour commencer, une équipe de sept personnes étudie les viandes, les plantes oléagineuses et les céréales de provende. Le Dr K.W. Downey, améliorateur de colza à Saskatoon, et le Dr D.P. Heaney de l'Institut de recherches zootechniques à Ottawa sont les deux autres membres de la Direction générale. Ultérieurement, le Dr A.S. Johnson du groupe de coordination remplacera Heaney. L'équipe définit un programme réalisable et, en juillet 1972, le ministre H.A. Olson organise la Direction générale des circuits alimentaires avec Hannah comme sous-ministre adjoint. Les objectifs de celle-ci consistent à réviser, évaluer et contrôler les programmes alimentaires du gouvernement fédéral associés à la production et à la commercialisation de produits agricoles. Hannah réunit une petite équipe formée de membres de différentes disciplines et exige l'entière collaboration de tous les sous-ministres adjoints des directions générales pour pouvoir atteindre les objectifs. En 1977, G. Lussier, nouveau sous-ministre (L.D. Hudon ayant remplacé Williams en 1975), convainc le ministre, l'honorable Eugene Whelan, qu'en réalité chaque direction générale du Ministère fait partie du circuit alimentaire et il estime que la création d'une direction générale du développement régional est plus appropriée. Par conséquent, Lussier

fusionne la Direction générale des circuits alimentaires avec d'autres services du Ministère pour créer la Direction générale du développement régional. En 1977, Hannah est muté au poste de sous-ministre adjoint à Revenu Canada.

Au début des années 1970, le Ministère élabore cinq nouveaux programmes dans l'espoir de réduire un important volume de céréales excédentaires. Parmi eux figure un programme d'encouragement à la culture herbagère et au moyen duquel la Direction générale de la recherche veut encourager les producteurs de céréales à ensemencer leurs terres pauvres de plantes fourragères pérennes. En outre, les scientifiques de la Direction générale concentrent leurs efforts pour trouver de nouvelles utilisations aux céréales excédentaires et découvrir les cultures nouvelles qui peuvent être vendues tant sur le marché canadien que sur les marchés mondiaux. Les efforts déployés par le ministre, l'honorable H.A. Olson, tendent à ce que toutes les directions générales unissent leurs actions afin d'améliorer l'agriculture canadienne.

À partir de 1970, la croissance au sein du gouvernement est réduite, la
116 Direction générale de la recherche ne faisant pas exception. Migicovsky ayant beaucoup de mal à joindre les deux bouts continue à chercher des moyens de réduire les frais généraux pour être en mesure de conserver les programmes essentiels. L'un des moyens d'atteindre cet objectif consiste à réduire le nombre des stations de recherches et d'intégrer leur personnel et leurs installations à d'autres stations. En 1971, il se résoud péniblement à fermer l'Institut pour la lutte biologique de Belleville. La majorité des scientifiques et autres membres du personnel sont mutés à la Station de recherches de Winnipeg, où une nouvelle section est organisée pour étudier la lutte intégrée des ravageurs des cultures céréalières. Les scientifiques de Belleville chargés d'étudier l'utilisation des insectes dans la lutte contre les mauvaises herbes sont mutés à la Station de recherches de Regina qui, plusieurs années auparavant, avait été désignée comme station de malherbologie dans l'Ouest. Les quelques employés restant viennent s'établir à Ottawa ou quittent la direction générale pour entreprendre une carrière universitaire.

Au début des années 1970, la GPO est consacrée comme système d'exploitation au sein de la Direction générale de la recherche et elle connaît un certain succès au sein d'autres directions générales. Au début, certains scientifiques sont quelque peu réfractaires au nouveau système. Il n'y a là rien de neuf à leur avis et avec le temps la recherche avait déjà fixé ses buts et ses objectifs de façon naturelle. Ne s'agit-il pas d'une sursimplification du système de classification? Leur inquiétude s'explique du fait que le système a tendance à noyer les détails de la recherche ainsi que l'identité des chercheurs et des disciplines. Malgré les doutes, les scientifiques reconnaissent qu'une certaine méthode s'impose pour évaluer le travail accompli et cerner les retombées de la recherche au bénéfice de la production alimentaire au Canada. C'est pourquoi, chacun doit mettre un peu du sien pour que la GPO fonctionne.

En 1978, le Dr J.W. Morrison, qui à l'époque est directeur général de la coordination, reçoit une haute distinction de la Commission de la Fonction publique du Canada en reconnaissance de son initiative pour l'établissement de

la gestion par objectifs à la Direction générale de la recherche. Morrison est né à Hanna en Alberta et est diplômé de l'université de cette province et de l'Université de Londres en Angleterre. Il est cytogénéticien de formation et il travaille à la Division des céréales à Ottawa. Après avoir passé quelques mois comme régisseur intérimaire à la Station expérimentale du Mile 1019, il est nommé régisseur à la Station expérimentale de Morden. Il quitte cet endroit en 1966 pour devenir coordonnateur des céréales au siège de la Direction générale.

Le Dr R.M. Hochster, directeur à l'Institut de recherches chimiques et biologiques meurt le 16 septembre 1971, à la suite d'une brève maladie. Hochster avait quitté le CNRC en 1965 pour entrer à la Direction générale de la recherche où il n'est demeuré que six ans. Au début de l'année suivante, le Dr G. Fleischmann, phytopathologiste de la rouille couronnée à la Station de recherches de Winnipeg, le remplace. Fleischmann, un scientifique imaginatif, compétent et actif, ne reste que deux ans au poste de directeur avant de passer au ministère de l'Environnement. Il sera de nouveau question de lui plus tard.

Au cours de l'été 1972, le gouvernement annonce sa politique «faire ou faire faire» relativement à ses activités de recherche. Face à chaque nouveau projet de recherche thématique, le ministère initiateur est tenu de déterminer si celui-ci peut être exécuté de façon satisfaisante à contrat par le secteur privé canadien ou par les universités. Cette politique a pour but de stimuler la recherche dans le secteur privé, d'incorporer les résultats le plus rapidement et le plus efficacement possible dans l'économie et de créer des emplois dans les différents secteurs de la technologie canadienne. La Direction générale de la recherche reconnaît immédiatement que la mécanisation est un domaine où il faudrait davantage de recherches, mais elle ne dispose pas du personnel ni des ressources appropriées pour un développement à grande échelle. Le Dr J.R. Aitken, coordonnateur, se voit confier la tâche de gérer le programme dans sa totalité. En 1981, le programme est imputé aux régions de l'Atlantique, du Québec, de l'Ontario et de l'Ouest. On circonscrit 21 domaines où la recherche se révèle nécessaire. À cet égard le budget de la direction générale passe de 90 000 $ à 9 202 000 $, et le nombre de sociétés et d'universités engagées dans le programme augmente régulièrement, comme le révèle le tableau 11.1.

Les contrats sont accordés pour des projets à court terme concernant des questions précises comme la mise au point d'une nouvelle pièce d'équipement ou d'un nouveau produit, l'utilisation d'un sous-produit ou la mise au point d'un système d'évaluation foncière ou d'un système d'information sur les récoltes. Dans le cadre du programme de mécanisation, une excavatrice de modèle unique, une récolteuse de bleuets nains, une récolteuse de choux-fleurs et un semoir pour semis directs sont mis au point. Parmi les autres réalisations, mentionnons l'amélioration des méthodes de répression de la folle avoine, une méthode de production de méthane à partir du fumier et le changement du régime alimentaire des porcs permettant d'accroître le nombre de porcelets dans une portée. De nouvelles sources énergétiques et méthodes de conservation de l'énergie à l'usage des exploitations agricoles sont découvertes.

TABLEAU 11.1 Travaux de recherche sous contrat

Année	Dépenses	% univ.	% autres	Nombre de contrats	Nouveaux domaines
	(000 $)				
1973	90	4	96	3	Mécanisation
1974	365	90	10	34	
1975	921	69	31	69	Bétail
1976	1 685	68	32	112	Insectes; éval. foncière
1977	2 520	66	34	148	Cultures; fourrage
1978	3 501	46	54	204	Énergie; transformation
1979	4 259	48	52	286	Coop. avec l'industrie
1980	4 914	50	50	308	
1981	6 460	47	53	387	Nutrition; ravageurs vertébrés)
1982	10 420	43	57	348	
1983	10 572	40	60	357	
1984	12 207*	–	–	357	Substances toxiques

*Approximatif

LeRoux, directeur général adjoint des Instituts depuis 1968, remplace Hannah en 1972 comme directeur général adjoint à la Coordination. En juin 1973, il forme quatre groupes de coordonnateurs et augmente leur nombre de douze à quinze. Les groupes et leurs chefs sont les suivants : cultures, J.W. Morrison; animaux, le Dr W.J. Pigden; production, le Dr W.S. Ferguson, et protection, le Dr H. Hurtig. En outre, quatre conseillers spéciaux sont nommés à temps partiel. Ils sont respectivement directeur du Service de recherche en génie, C.G.E. Downing; du Service de recherche sur les plantes ornementales, le Dr Alan Chan; du Service de recherche statistique, L.P. Lefkovitch; et un économiste de la Direction générale de l'économie, le Dr D. Ware. L'année suivante, le Dr Julius Frank, directeur de la Division de la pathologie vétérinaire, Direction générale de l'hygiène vétérinaire, vient s'ajouter comme cinquième conseiller spécial.

Au moment de la création de la Direction générale de la recherche, la taxonomie des plantes et l'herbarium font partie de l'Institut de recherches sur les végétaux. La taxonomie des insectes et les collections d'insectes restent avec l'Institut de recherches entomologiques. En 1973 le Dr W.B. Mountain quitte le poste de directeur à l'Institut de recherches en entomologie pour remplacer LeRoux au poste de directeur général adjoint des Instituts. Il se préoccupe de la dichotomie existant dans la fonction taxonomique et il décide qu'il est préférable de réunir les activités des deux instituts. C'est pourquoi il crée l'Institut de recherches biosystématiques. Il nomme comme directeur le Dr D.F. Hardwick, un entomologiste. Le personnel des deux instituts, qui n'est pas impliqué dans la taxonomie des plantes ou des insectes, est muté à la Station de recherches d'Ottawa.

Mountain est né à Kamsack (Saskatchewan) mais il est élevé à Stratford (Ontario) où il fait ses études élémentaires. Après avoir servi dans l'Aviation

royale canadienne de 1942 jusqu'à la fin de la Seconde Guerre mondiale, il obtient ses diplômes à l'Université de Western Ontario et à l'Université de Toronto en phytopathologie et en mycologie. Durant ses études il travaille l'été au Laboratoire du Service des sciences de Harrow, devient membre du personnel de ce laboratoire en 1951, puis chef de la section de nématologie. En 1964, il est nommé directeur à la Station de recherches de Vineland et, cinq ans plus tard, directeur de l'Institut de recherches entomologiques à Ottawa.

Deux années de stabilité relative passent. Woodward prend sa retraite à la fin de 1974 et le sous-ministre Williams en mars 1975, à l'âge de 63 ans, après 44 années de service. L.D. Hudon, sous-secrétaire au Conseil privé remplace Williams. Hudon a acquis de l'expérience dans le domaine de l'administration tant au ministère des Affaires extérieures qu'au ministère des Finances avant d'entrer au Conseil privé. En juillet, Migicovsky est nommé sous-ministre adjoint (Recherche) mais n'en conserve pas moins ses fonctions de directeur général. Il garde ses deux bureaux à l'immeuble K.W. Neatby plutôt qu'à l'immeuble Sir John Carling. Pour répondre aux besoins de l'évolution, Migicovsky organise la direction générale en Direction des opérations et en Direction de la planification et de l'évaluation, chacune ayant son propre directeur général. LeRoux se voit confier la responsabilité des opérations et il a l'appui de trois directeurs généraux adjoints : le Dr J.J. Cartier pour le Québec et la région de l'Atlantique, le Dr W.B. Mountain pour la région centrale avec les six instituts, et le Dr T.H. Anstey pour la région de l'Ouest. Le Dr D.G. Hamilton antérieurement responsable de la région de l'Est, devient directeur général de la planification et de l'évaluation. Le Dr R.A. Ludwig garde la responsabilité de l'administration. Désormais, trois échelons au lieu de deux séparent les directeurs des stations de recherches de leur chef exécutif, le sous-ministre adjoint.

M. Cartier quitte la Station de recherches de Saint-Jean où il a étudié la résistance des plantes hôtes aux aphidés, notamment sur les pois potagers, destinés spécialement à la conserverie, et s'installe à Ottawa en 1969. Né à Beauharnois (Québec), Cartier est diplômé en entomologie de l'Université de Montréal et de l'Université du Kansas. Il remplace LeRoux en qualité de coordonnateur en entomologie lorsqu'il arrive à Ottawa, puis succède à Hamilton, lors de la réorganisation de 1975.

Au début de janvier 1977, le Dr R.A. Ludwig meurt subitement. L'année précédente, il avait été victime d'une grave chute dont il espérait se remettre. Ludwig a été directeur général adjoint de l'administration pendant douze ans. Dans un sens, Ludwig est un second van Steenburg de l'époque du Service des sciences, qui bâtit sa renommée avec l'édification d'un très grand nombre de laboratoires au point que cette entreprise sera qualifiée du nom de *Ludwig Construction Company*. J.E. Ryan, assistant de Ludwig, devient directeur de la Division des affaires financières et administratives de la direction générale. Né à Pendleton (Ontario), il travaille à la Direction générale de la recherche, puis à la Direction générale des affaires financières et administratives avant de retourner, en 1970, à la Direction générale de la recherche pour succéder à J.P. McCrea, comme chef des services administratifs.

M. Hudon quitte le Ministère en avril 1977 et devient secrétaire du ministère d'État aux sciences et à la technologie. Il est remplacé par Gaétan Lussier, un diplômé en agriculture de l'École d'agriculture d'Oka et du Collège Macdonald. Il enseigne à l'Institut de technologie agricole de Saint-Hyacinthe, puis est sous-ministre au ministère de l'Agriculture du Québec, poste qu'il occupe pendant six ans avant d'entrer à Agriculture Canada. Ces changements ouvrent la voie à de nombreux autres au sein du Ministère et de la Direction générale. Avant la fin de l'année, le Dr G. Fleischmann revient occuper le poste nouvellement créé de sous-ministre adjoint à la planification et à l'évaluation. Depuis qu'il a quitté l'Institut de recherches en chimie et en biologie, deux ans auparavant, le Dr Fleischmann a été extrêmement actif. En 1976, il quitte Environnement Canada où il a été directeur général du développement de la politique et des programmes pour passer à la Direction des programmes du Conseil du Trésor. L'année suivante, il est nommé secrétaire adjoint au Conseil du Trésor, mais exercera ces fonctions moins d'un an avant de revenir à Agriculture Canada.

À la fin de 1977, Hamilton prend sa retraite et Morrison devient directeur général de la planification et de l'évaluation. Le 30 décembre 1977, c'est au tour de Migicovsky de se retirer. Il a consacré 37 années de sa carrière au Ministère, dont les dix dernières à titre de directeur général et de sous-ministre adjoint. Le 1er janvier 1978, Fleischmann est nommé sous-ministre adjoint par intérim. Ce n'est pas avant mars que le Dr E.J. LeRoux est choisi comme successeur de Migicovsky. Toutefois, dans l'intervalle, de nombreux autres changements se produisent à la Direction générale. Le gouvernement adopte la politique de la régionalisation. Fleischmann et son groupe de la planification et de l'évaluation estiment que la prise de décision est trop centralisée. Par conséquent, il décide que les directeurs généraux des régions de l'est et de l'ouest doivent avoir respectivement leurs bureaux dans les villes de Québec et Saskatoon. Cartier s'installe à Québec et le Dr A.A. Guitard, directeur de la Station de recherches de Swift Current, est nommé directeur général de la Région de l'ouest. Mountain demeure directeur général de la Région centrale et des Instituts, tandis que Morrison reste directeur général de la planification et de l'évaluation. Étant donné son expérience considérable dans les divers programmes d'aide de l'ACDI, Anstey est nommé conseiller principal en matière de recherche et de développement international.

Guitard est né à Carstairs (Alberta) et fréquente les universités de l'Alberta et du Nebraska. En 1947, il entre à la Station expérimentale de Beaverlodge en Alberta en qualité de céréaliste et il en devient le directeur en 1962, lorsque Beaverlodge prend le statut de station de recherches. En 1969, il arrive à Swift Current comme directeur en remplacement d'Andrews. C'est à ce poste qu'il est nommé membre du *International Garrison Diversion Study Board*. La nouvelle organisation entraîne la création de trois divisions de l'administration en plus de l'administration de la direction générale : une dans la ville de Québec, une à Saskatoon et une à Ottawa pour diriger la Région centrale. LeRoux modifie son administration en supprimant la Direction des opérations et en plaçant sous son autorité directe le directeur général de chaque région et celui de la planification et de l'évaluation.

À la fin de 1977, en réponse aux politiques gouvernementales de développement régional, le Ministère juge qu'un degré de coopération plus important s'impose dans la planification des programmes et des politiques entre les ministères fédéral et provinciaux de l'Agriculture et l'industrie agro-alimentaire. Pour atteindre cet objectif, le ministre Eugene Whelan nomme un responsable dans chaque province comme agent de liaison entre le ministère fédéral et les divers organismes de chaque province. Sur les dix agents nommés, les huits suivants sont directeurs d'une station de recherches : H.W.R. Chancey, Saint-Jean ouest; le Dr L.B. MacLeod, Charlottetown; le Dr J.R. Wright, Kentville; le Dr G.M. Weaver, Fredericton; le Dr J.J. Jasmin, Saint-Jean; le Dr A.J. McGinnis, Vineland; le Dr W.C. McDonald, Winnipeg et le Dr M. Weintraub, Vancouver. Ces directeurs, en plus de continuer de gérer leur station de recherches, doivent rendre compte au directeur général Brouillard, à la Direction des politiques, de la planification et de l'évaluation. En l'espace de deux ans, cette direction est élevée au rang de direction générale avec à sa tête Brouillard comme sous-ministre adjoint. Tous, à l'exception de deux directeurs de la Direction générale de la recherche, s'étaient désistés de leurs fonctions d'agent de liaison et avaient été remplacés par d'autres personnes.

À la fin de 1977, un nouvel institut de recherches combinant les fonctions du Service de recherches technique et du Service de recherches statistiques voit le jour. Bien que les deux organismes collaborent dans leurs travaux avec d'autres services de la direction générale et du Ministère dans leur domaine de compétence respectif, leurs scientifiques accomplissent également un volume considérable de recherches à titre indépendant. Pour que le nom corresponde davantage à leurs fonctions réelles, les services fusionnés sont rebaptisés Institut de recherches techniques et statistiques. Le 1er janvier 1978, P. Voisey en est nommé le directeur.

Né et élevé en Angleterre, Voisey y travaille comme ingénieur en aéronautique jusqu'à son arrivée au Canada en 1955. Il met au point des commandes d'organes moteurs et de vol pour Canadair jusqu'en 1960, année où il entre au Service de recherches en génie sous la gouverne de W. Kalbfleisch.

En novembre 1976, à la suite de critiques sévères de la part du Vérificateur général, le gouvernement commence à se préoccuper de la croissance de la fonction publique et des «exigences sans précédent qui pèsent sur la structure, l'organisation et le processus de gestion et de contrôle administratif» à l'intérieur du service. C'est alors que le Conseil privé nomme une commission royale d'enquête sur la gestion financière et l'imputabilité, présidée par A.T. Lambert, banquier à la retraite, dont l'expérience des affaires est considérable. Lambert publie le rapport de la commission (26) en mars 1979. Il en résulte la nomination d'un contrôleur général pour le gouvernement, qui demande à chaque ministère de préparer un plan d'action pour le contrôle et la gestion financière. Un comité ministériel établit le plan d'Agriculture Canada, et le sous-ministre Lussier demande au Dr W.B. Mountain, directeur général de la Région centrale, de diriger l'équipe chargée de la mise en application. C'est pourquoi, en novembre 1979, Mountain vient s'installer au siège du Ministère, sous réserve de retourner

à la Direction générale de la recherche, une fois son mandat terminé. Toutefois, en octobre 1980, le sous-ministre Lussier effectue une nouvelle réorganisation du Ministère, y compris au sein de la Direction générale de la recherche, ce qui laisse Mountain sans poste. Par conséquent, celui-ci est muté à Environnement Canada en qualité de sous-ministre adjoint au Service de la conservation de l'environnement.

La Direction générale est de nouveau décentralisée lorsque, en 1980, la Région de l'Est est divisée en deux pour former les régions de l'Atlantique et du Québec. Le Dr E.E. Lister quitte Ottawa pour s'installer à Halifax comme directeur général de la Région de l'Atlantique. Né à Harvey Station (Nouveau-Brunswick), il est diplômé des universités McGill et Cornell en nutrition animale. Il travaille comme nutritionniste chez Ogilvie Flour Mills à Montréal, pendant 5 ans, avant d'entrer à l'Institut de recherches zootechniques, en 1965.

J.J. Jasmin est nommé directeur général de la Région de Québec et laisse ses bureaux à Québec pour venir s'installer à Montréal. Jasmin est né à Paris (France) et il arrive au Canada après avoir terminé ses études secondaires. Il poursuit ses études universitaires en Amérique du Nord et est diplômé du Collège Macdonald et de l'Université du Michigan. L'expérience acquise par Jasmin dans la fonction publique et dans le secteur privé est vaste et variée. En 1947, il fait partie du personnel de la Division de l'horticulture et, en 1956, il devient agent responsable de la Ferme expérimentale de Sainte-Clothilde au Québec. En 1963, il est engagé par le gouvernement du Québec avant de passer à l'industrie privée en 1964. En 1972, il revient à la Direction générale de la recherche à titre de directeur de la Station de recherches de Saint-Jean, après avoir quitté la présidence de CAGRIC Inc., une société québécoise d'experts-conseils en agriculture. La Région centrale qui englobe les instituts de même que les stations de recherches en Ontario est également divisée. Les instituts sont placés sous l'autorité de Morrison qui assume également des responsabilités dans le secteur de la planification et de l'évaluation.

Cependant, en 1982, il passe une année sabbatique à l'Université du Manitoba, et c'est le Dr R.L. Halstead qui s'occupe des tâches de planification et de coordination.

Né à Oyen en Alberta, Halstead reçoit sa première formation à Gleichen, près de Calgary. Il obtient ses diplômes en sciences du sol des universités du Manitoba et du Wisconsin avant d'entrer, en 1954, à la Division de la chimie du Service des sciences, et de passer, en 1959, à l'Institut de recherches sur les sols. Halstead est associé, en 1971, au groupe de coordination en qualité de coordonnateur intérimaire des sols et il demeure avec ce groupe à des titres divers avant de devenir directeur général en 1982.

En 1980, l'Ontario passe au rang de région à laquelle viennent s'ajouter l'Institut de recherches sur les pesticides de London et l'Institut de recherches zootechniques, respectivement rebaptisés Station de recherches de London et Centre de recherches zootechniques à Ottawa. Cartier quitte la ville de Québec pour entrer à Ottawa comme nouveau directeur général de la Région de l'Ontario.

En 1981, LeRoux est nommé membre du Conseil national de recherches du Canada pour un mandat de trois ans. Le Conseil se compose de scientifiques venant de l'industrie privée et du milieu universitaire; toutefois, il arrive à l'occasion que des nominations soient faites parmi les fonctionnaires. LeRoux n'est que le troisième membre du ministère de l'Agriculture du Canada depuis l'existence du Conseil, les deux autres ayant été les sous-ministres Grisdale de 1923 à 1932 et Barton de 1933 à 1936.

Guitard en poste à Saskatoon songe à prendre une retraite anticipée. LeRoux parvient à le convaincre de passer six mois avec lui à titre d'adjoint spécial pour réviser la stratégie de formation post-universitaire de la Direction générale. C'est le Dr J.E. Andrews, directeur de la Station de recherches de Lethbridge, qui remplace Guitard en 1981.

Andrews est né à Selkirk (Manitoba) et il est diplômé des universités du Manitoba et du Minnesota en phytogénétique. En 1945, il entre au Laboratoire d'amélioration des céréales à Winnipeg, puis il s'installe à Lethbridge en qualité d'améliorateur du blé d'hiver.

C'est là qu'il acquiert une renommée de scientifique pour avoir mis au point et introduit sur le marché le blé d'hiver Winalta. Cette variété devient rapidement la norme, étant donné qu'elle est aussi rustique que les autres variétés et qu'elle possède presque les mêmes caractéristiques de mouture et de cuisson qu'un blé vitreux roux de printemps. Aucun autre blé d'hiver ne possède toutes ces qualités. En 1960, Andrews est nommé directeur de la Station de recherches de Brandon, puis, en 1966, il entre au même titre à Swift Current avant de passer à Lethbridge, en 1969, toujours au même titre. C'est à Lethbridge qu'il apporte une contribution exceptionnelle à l'aide internationale en administrant des projets de l'Agence canadienne de développement international (ACDI) en Inde et au Sri Lanka.

Andrews administre la région en faisant la navette entre Lethbridge et Saskatoon pendant 2 ans, avant de devenir conseiller principal de LeRoux en matière de projets spéciaux. En tant que conseiller principal, il consacre la majeure partie de son temps à la gestion des programmes d'aide internationale, comme le Projet de recherche sur l'aridoculture en Inde, et à la négociation d'ententes sur des échanges de techniques culturales avec d'autres pays. En août 1983, le Dr W.L. Pelton, directeur à la Station de recherches de Swift Current, remplace Andrews en qualité de directeur général. Également en 1983, la Région de l'ouest est fractionnée en deux parties : Pelton devient responsable de la Région des prairies et le Dr S.C. Thompson de la Région de la Colombie-Britannique, avec son siège à Vancouver. Ces mutations entraînent, au niveau de la direction d'un certain nombre de stations de recherches, des changements dont il est question à l'Annexe II.

Pelton possède une formation d'ingénieur agricole et de physicien des sols. Né à Simcoe en Ontario, il fréquente le Collège d'agriculture de l'Ontario ainsi que les universités de Toronto et du Wisconsin. En 1958, il entre à Swift Current pour s'occuper de recherche en agrométéorologie et il fait fréquemment fonction d'expert-conseil en micrométéorologie appliquée à la production agricole. Il

passe 3 ans à Hyderabad en Inde à titre de co-coordonnateur canadien du projet de recherche sur l'aridoculture. Il revient à Swift Current mais, en 1975, il est nommé directeur adjoint de la Station de recherches de Lethbridge. De nouveau, en 1978, il est affecté à la Station de recherches de Swift Current, mais cette fois en qualité de directeur.

Thompson passe du poste de directeur associé du Centre de recherches zootechniques à Ottawa à celui de directeur général de la Région de la Colombie-Britannique. Né en Angleterre, il a obtenu ses diplômes en agriculture à l'Université de Reading. Avant de s'installer à Vancouver, il suit au Collège de la Défense nationale de Fort Frontenac à Kingston (Ontario) un cours d'une année en politique intérieure canadienne et en politique étrangère à l'intention des hauts fonctionnaires et d'autres catégories. Au cours de cette période, le Dr W. Baier, coordonnateur des programmes internationaux, fait fonction de directeur général par intérim pour la Région de la Colombie-Britannique.

À la fin de 1984, le gouvernement fédéral nouvellement élu accepte de
124 procéder, à deux endroits, à la construction d'immeubles comprenant des bureaux et des laboratoires, projet demeuré à la phase de la planification pendant plusieurs années. À Summerland (Colombie-Britannique) débute en 1984 la construction d'un ensemble qui, d'ici quelques années, réunira sous un même toit tous les membres du personnel scientifique de cinq immeubles. Y seront également logés les experts provinciaux en vulgarisation agricole, comme c'est déjà le cas à Kentville (Nouvelle-Écosse) et à Lethbridge (Alberta). À Ottawa, les excavations ont débuté en 1984 pour la construction d'un immeuble comprenant les bureaux et les laboratoires du Centre de recherches zootechniques. Depuis 1965 environ, époque où le bétail utilisé pour la recherche a été transféré de la Ferme expérimentale centrale dans de nouvelles installations sises à 15 km au sud d'Ottawa (dans la ceinture verte), les scientifiques ont dû subir les inconvénients de la séparation de leurs laboratoires et bureaux d'avec les animaux destinés à la recherche. Le nouvel immeuble doit corriger cette situation en regroupant le personnel du Centre de recherches zootechniques près des animaux utilisés pour leurs expériences.

Au début de 1985, les derniers changements enregistrés au sein de l'organisation sont précipités par le départ à la retraite du Dr J.W. Morrison, directeur général des Instituts, et du Dr M.T. Rajhathy, directeur de la Station de recherches d'Ottawa. Cette dernière et l'Institut de recherches chimiques et biologiques sont réunis sous la direction du Dr I.A. de la Roche. Le Centre de recherches sur les végétaux, de même que le Centre de recherches zootechniques et les autres instituts de recherches d'Ottawa sont placés sous l'autorité du Dr R.L. Halstead, nouveau directeur général des instituts, qui assume dès lors la responsabilité de l'ensemble de la Ferme expérimentale centrale. Des plans sont à l'étude pour transférer à Toronto le siège de la Région de l'Ontario (le Dr J.J. Cartier et son personnel). Le Dr W. Baier remplace Halstead en qualité de directeur général à la coordination des programmes.

Baier est né à Liegnitz (Allemagne) et il a obtenu ses diplômes pré-universitaires et son doctorat de l'Université de Stuttgart-Hohenheim. En Afrique du Sud, il a

obtenu une autre maîtrise en sciences agronomiques de l'Université de Pretoria. Baier arrive au Canada en 1964 où il est engagé par l'Institut de recherches sur les végétaux dans la section d'agrométéorologie, dont il devient le chef en 1969. En 1978, il est nommé directeur adjoint de l'Institut de recherches sur les terres puis, en 1981, coordonnateur de la recherche.

Les préoccupations économiques, sociologiques et politiques sont manifestes au cours des 15 dernières années du premier siècle de la Direction générale de la recherche. Des règlements bien intentionnés de microgestion qui tendent à surcharger les directeurs de rapports et de détails ont été adoptés. La théorie de la collégialité prônée par l'école de gestion des entreprises de Harvard est instaurée dans toute la fonction publique canadienne. Cette théorie avance comme hypothèse qu'une personne formée dans le domaine de la gestion est en mesure de tout gérer, même des organisations reposant sur des techniques et des sciences.[1]

Il faut rendre hommage à l'ingéniosité de nos scientifiques qui, en dépit d'une administration très structurée, a permis à la recherche entreprise dans la Direction générale d'être bien orientée et de se révéler stimulante. Les pages suivantes esquissent certains des problèmes auxquels il a fallu faire face, les solutions obtenues et les avantages qui en ont résulté.

[1]Thomas J. Peters and Robert H. Waterman, Jr., *In Search of Excellence*, Harper & Row, New York, 1982, exposent cette théorie et présentent de bonnes sources de référence à lire sur les méthodes modernes de gérer les organisations fondées sur la technique.

Bibliographie, Partie I

1. Anonyme 1789. Plan of a society for promoting agriculture in the province of Nova Scotia. The Royal Gazette and the Nova-Scotia Advertiser. 1(23):3.
2. Anonyme 1982. Photos ... Races de bovins, de chevaux et de porcs. Agric. Can. Publ. 1749B.
3. Beattie, Gladys Mackey, 1982. The "Canadian horse" is our very own. Can. Geogr. 105(5):34–39.
4. Bethune, C.J.S., 1908. Dr James Fletcher. Can. Entomol. 40:432–436.
5. Broadfoot, Barry, 1976. The pioneer years, 1895–1914. Doubleday Canada Ltd., Toronto, 403 p.
6. Agriculture Canada, 1967. Les cents premières années. Agric. Canada, série hist., no 1, 82 p.
7. Ministère de l'Agriculture du Canada, 1958. Procès-verbaux de réunions présidées par M. Taggart. Dossier 170.1/03, vol. 3. Agric. Canada, Ottawa.
8. Clark, A.H. 1959. Three centuries and the island. Univ. Toronto Press., Toronto, 287 p.
9. Dunlop, R.H. 1950. The origin and development of field shelterbelt projects. Seminar, Forest Nursery Station, Indian Head (Saskatchewan), 22 février.
10. Estey, R.H., 1983. James Fletcher (1852–1908) and the genesis of plant pathology in Canada. Can. J. Plant Pathol. 5:120–124.
11. Fredeen, Howard T., 1984. Lacombe Research Station 1907–1982. Agric. Can., série hist., no 18, 71 p.
12. Gibson, Arthur, 1951. Entomology in Canada, with special reference to developments within the Dominion Department of Agriculture. Manuscrit déposé à la bibliothèque d'Agriculture Canada, Ottawa.
13. Glassco, J. Grant, 1963. Rapport de la Commission royale d'enquête sur l'organisation du gouvernement, 5 vol., Ottawa.
14. Glen, Robert, compilateur, 1965. Entomology in Canada up to 1956, Can. Entomol. 88:290–371.
15. Glen, Robert, 1962. Organization of the Research Branch of the Canada Department of Agriculture: An historical review. Agric. Inst. Rev. 17(3):18–46.
16. Goulden, C.H.; Neatby, K.W.; Welsh, J.N., 1928. The inheritance of resistance to *Puccinia graminus tritici* in a cross between two varieties of *Triticum vulgare*, Phytopathology, 18:631–658.
17. Gray, James H., 1978. Men against the desert. Western Producer Prairie Books, Saskatoon, 270 p.
18. Gridgeman, N.T., 1979. Biological sciences at the National Research Council of Canada: The early years to 1952. Wilfred Laurier University Press, Waterloo, 153 p.
19. Hardwick, D.F., 1976. The history and objectives of the Biosystematics Research Institute. Bull. Entomol. Soc. Can. 8(2):15–21.
20. Hewitt, C. Gordon, 1914. The Canadian entomological service. Can. Entomol. XLVI:214–216.
21. Hopkins, E.S.; Barnes, S.; Palmer, A.E.; Chepil, W.S. 1935. Soil drifting in the prairie provinces. Min. de l'Agr. du Canada, Bull. 179 n.s.
22. Chambre des communes. Comité permanent de l'agriculture et de la colonisation. 6e session, 21e parlement, Ottawa.
23. Johnson, T., 1967. The Dominion Rust Research Laboratory. Manuscrit déposé à la bibliothèque de la Station de recherches de Winnipeg.

24. Johnston, Alex, 1977. To serve agriculture. The Lethbridge Research Station 1906–1976. Agric. Can., série hist., nº 9, 59 p.
25. Kilbourn, William, 1973. The making of the nation. The Canadian Centennial Publishing Co. Ltd., Toronto, 127 p.
26. Lambert, A.T., 1979. Commission royale sur la gestion financière et l'imputabilité. Rapport final, Imprimeur de la Reine, Ottawa, 586 p.
27. L'Arrivée, J.C.M., 1984. Bee research by Agriculture Canada—early years 1891–1914. Can. Beekeep. 11(3):63–65.
28. Lochhead, A.G., 1968. A history of the Bacteriology Division of the Canada Department of Agriculture 1923/1955. Agric. Can., série hist., nº 5, 56 p.
29. MacEwan, Grant. non daté. The sodbusters. Thomas Nelson and Sons, Toronto, 240 p.
30. MacEwan, Grant. 1983. Charles Noble, guardian of the soil. Western Producer Prairie Books, Saskatoon, 208 p.
31. McKeague, J.A.; Stobbe, P.C., 1978. History of soil survey in Canada 1914–1975. Agric. Can., série hist., nº 11, 30 p.
32. Neatby, L.H., 1979. Chronicle of a pioneer prairie family. Western Producer Prairie Books, Saskatoon, 93 p.
33. Pomeroy, Elsie M., 1965. William Saunders and his five sons. The Ryerson Press, Toronto, 192 p.
34. Reaman, G. Elmore, 1970. A history of agriculture in Ontario. Vol. I et II. Saunders, Toronto, 180 et 264 p.
35. Saunders, William, 1886. A report on agricultural colleges and experimental stations, with suggestions relating to experimental agriculture in Canada. Report of the Minister of Agriculture for the Dominion of Canada for calendar year 1885. App. 54, Ottawa, 221 p.
36. Shebeski, L.K., *et al.* 1971. Les deux épis ou l'avenir de l'agriculture. Rapport nº 12, Conseil des sciences du Canada, Ottawa, 61 p.
37. Smallman, B.N., *et al.* 1970. Les sciences agricoles au Canada. Étude nº 10, Conseil des sciences du Canada, Ottawa, 148 p.
38. Spence, George, 1967. Survival of a vision. Imprimeur de la Reine, Ottawa, 167 p.
39. Strange, H.G.L. 1954. A short history of prairie agriculture. Searle Grain Co., Winnipeg, 104 p.
40. Thistle, Mel, 1966. The inner ring. Univ. Toronto Press, Toronto, 435 p.

PARTIE II
LA SCIENCE À L'ŒUVRE

Direction générale de la recherche
Agriculture Canada
1886–1986

Chapitre 12
Le défi est relevé

Au cours des années où le réseau des fermes expérimentales prend de l'expansion grâce aux efforts déployés par les ministres, les administrateurs, les scientifiques et les techniciens du pays, les recherches contribuent notablement à l'amélioration du système de production alimentaire. Bon nombre de Canadiens croient, à raison, que les recherches agricoles profitent aux agriculteurs, mais les producteurs ne constituent qu'un maillon de la chaîne de bénéficiaires qui s'étend également aux consommateurs.

En raison du fait que la population agricole du Canada diminue (elle passe de 32 p. 100 en 1931 à 4 p. 100 à l'heure actuelle), certains présument que l'exploitation agricole a perdu de son importance. Par rapport à la population totale du pays, le pourcentage de Canadiens qui vivent dans les fermes qu'ils exploitent diminue; mais, en dépit de ce fait, la production alimentaire est plus élevée qu'à l'époque des parents ou des grands-parents. Il faut donc en conclure que les agriculteurs actuels sont extrêmement productifs. Non seulement il y a moins d'agriculteurs, mais les terres de choix se font plus rares! Néanmoins, l'agro-alimentaire constitue le plus grand secteur économique du Canada. D'après des estimations fiables et modérées, la production, le transport, la transformation, les services, la vente au détail et les recherches dans le domaine de l'alimentation occupent au moins le quart de la population canadienne. Hamilton (1) estime que ces 25 p. 100 de la population assurent 40 p. 100 environ de l'activité économique du Canada. Par conséquent, il faut aussi en conclure que les agriculteurs exploitent des cultures et un bétail appropriés, que les ministères provinciaux d'agriculture fournissent les conseils nécessaires et appliquent la réglementation qui s'impose, que les collèges provinciaux d'agriculture et les universités possèdent des programmes d'enseignement adéquats et, qu'en plus de favoriser le commerce international des produits agricoles, le ministère de l'Agriculture du Canada remplit efficacement le mandat qui lui a été confié de résoudre les problèmes par le biais de recherches. En bref, depuis au moins un siècle, de nombreux Canadiens prennent des décisions judicieuses. Depuis près d'un siècle, le Canada se distingue par la production d'aliments nutritifs et sains, à un prix abordable, qui subviennent aux besoins des Canadiens mêmes et à ceux d'un grand nombre d'autres personnes qui vivent dans des régions moins fortunées du monde.

Dans son œuvre de 1798 intitulée *The Principle of Population*, Thomas Robert Malthus énonce l'hypothèse[1] selon laquelle la population augmente

[1]Dans les progressions géométriques, chaque terme, à l'exception du premier, est plus grand que le terme précédent selon un rapport constant (par exemple 2, 4, 8, 16). Dans les progressions arithmétiques, chaque terme, à l'exception du premier, est plus grand que le terme précédent selon une quantité constante (par exemple 2, 4, 6, 8).

suivant une progression géométrique lorsqu'on lui laisse libre cours, tandis que la production alimentaire augmente suivant une progression arithmétique.

Malthus ne s'est pas trompé dans ses prévisions concernant l'augmentation de la population mondiale, car celle-ci augmente géométriquement et est actuellement huit fois plus élevée qu'à l'époque où il a écrit son œuvre. Et où en est la production alimentaire? Elle augmente même plus rapidement. D'après Malthus, la seule façon de doubler la production alimentaire est de doubler le nombre d'agriculteurs et les terres exploitées. Grâce aux recherches agricoles, on a trouvé d'autres moyens de doubler et même tripler la production alimentaire. La deuxième partie de cet historique qui s'étend sur 100 ans explique comment les scientifiques ont relevé le défi.

Le rendement moyen, sur 10 ans, du blé de printemps en Saskatchewan montre bien dans quelle mesure les recherches bénéficient au secteur agricole. Dans cette province, de 1910 à 1919, le rendement varie de 0,57 à 1,69 t/ha, ce qui donne une moyenne de 1,11 t/ha (voir Tableau 12.1). Au cours des années
132 1930 et 1940, l'intervalle et la moyenne de rendement subissent une baisse à cause de la sécheresse et de la rouille noire. Au début des années 1950, les chercheurs réussissent à résoudre ces deux problèmes et les deux indicateurs de rendement augmentent au cours des deux décennies ultérieures.

Tableau 12.1 Intervalle et moyenne de rendement du blé de printemps en Saskatchewan

Année	Intervalle	Rendement moyen
	(t/ha)	(t/ha)
1910–1919	0,57–1,69	1,11
1920–1929	0,68–1,57	1,11
1930–1939	0,18–1,18	0,68
1940–1949	0,75–1,65	1,08
1950–1959	0,65–1,78	1,27
1960–1969	0,57–1,87	1,41
1970–1979	1,41–2,09	1,59

Statistique Canada (2) mesure l'importance de l'agriculture par rapport à l'économie globale de trois façons générales. D'abord, le produit intérieur montre que la composante agricole du produit national brut passe de 17 p. 100 en 1926 à 7 p. 100 en 1955 et à 3 p. 100 en 1976, même si l'apport du secteur agricole au produit intérieur brut passe de 884 $ millions à 5 905 $ millions pendant la même période. Bien que la production agricole calculée dans le produit intérieur brut diminue, cette industrie primaire se classe néanmoins au deuxième rang d'importance en 1975 (l'exploitation minière a un rendement légèrement plus élevé). Sur un autre plan, l'importance relative des exportations des produits agricoles augmente. Pendant la période de 1965–1974, ce secteur alimente 5 p. 100 environ du commerce international. Toutefois, pendant la même période, l'apport canadien au commerce international du lin, du colza, de

l'orge et du blé est respectivement de 80, 60, 20 et 20 p. 100. De 1977 à 1982, l'excédent commercial des produits agricoles, à savoir les exportations moins les importations, représente plus de 50 p. 100 de l'excédent commercial total du Canada. Enfin, le pourcentage du revenu disponible consacré à la consommation des produits alimentaires au foyer passe de 21,4 p. 100 en 1947 à 15,4 p. 100 en 1968 et à 12,0 p. 100 en 1982.

La partie I de l'historique traite de l'évolution de l'organisation de la recherche agricole, depuis la création du réseau des fermes expérimentales par William Saunders jusqu'à l'organisation actuelle de la Direction générale de la recherche dirigée par E.J. LeRoux. Certains progrès scientifiques sont soulignés afin d'illustrer le fonctionnement du réseau.

La partie II porte presque entièrement sur le thème : «La science à l'œuvre», et sur l'influence marquée des recherches scientifiques sur la production alimentaire. Au besoin, certaines précisions succinctes sont données sur l'organisation du réseau des fermes expérimentales, de la Direction générale de l'entomologie, du Service scientifique ou de la Direction générale de la recherche.

Au cours du premier siècle de son histoire, le Canada consacre 3 254 millions de dollars aux recherches agricoles (voir Annexe IV). Les découvertes scientifiques justifient-elles cette dépense? L'avenir s'annonce-t-il aussi fructueux? Dans quelle mesure l'intervention de la science bénéficie-t-elle à nos terres agricoles? Nous ne tentons pas de comparer les avantages et les coûts, mais nous fournissons assez de données au lecteur pour lui permettre de juger lui-même de la situation.

Bibliographie

1. Hamilton, D.G., 1980. Evaluation of research and development in agriculture and food in Canada. Can. Agric. Res. Counc., Univ. Guelph, 185 p.
2. Leacy, F.H., editor. 1983. Historical statistics of Canada. 2e éd., Stat. Can., Ottawa.

Chapitre 13
Études des sols

En 1984, l'enquête menée par le sénateur Herbert O. Sparrow (93) sensibilise véritablement tous les Canadiens à l'importance des sols et de leur conservation. Le comité présidé par le sénateur Sparrow conclut que la dégradation est «un problème qui coûte déjà un milliard de dollars par année aux agriculteurs canadiens en perte de revenus agricoles». Cette étude conclut également qu'il faut poursuivre les recherches dans tous les domaines de la conservation des sols et que si des mesures ne sont pas prises immédiatement, la Canada risque de perdre une grande partie de son potentiel agricole. Le présent chapitre examine quelques-unes des façons dont la Direction générale de la recherche a contribué à nous faire connaître les sols et à nous faire comprendre la nécessité de conserver cette ressource pour les générations futures. Bien que la connaissance de la gestion des sols au Canada ait beaucoup progressé, il reste beaucoup à faire.

PROSPECTION PÉDOLOGIQUE

La prospection des ressources pédologiques du Canada est l'un des programmes de coopération les plus harmonieux et les plus fructueux entre les gouvernements fédéral et provinciaux. Dans chacune des provinces, ces deux paliers de gouvernement ont consacré des ressources humaines et financières pour effectuer des levés à l'aide des mêmes méthodes et procédures. En fait, les pédologues utilisent un plan unique pour tout le Canada plutôt que dix plans provinciaux. McKeague et Stobbe (73) relatent l'histoire des 60 premières années de prospection pédologique au Canada, soit de 1914 à 1975. Ce qui suit est un bref résumé de ce rapport, mis à jour pour inclure la dernière décennie.

Les objectifs des levés de sols sont de caractériser et de déterminer l'étendue et la qualité des sols examinés. La qualité des sols est déterminée en fonction de leur potentiel de production de bois et de culture. On cartographie en premier les sols qui, tout en étant relativement proches des centres urbains, sont considérés comme les plus convenables pour la production alimentaire. Certains levés décrivent les sols par des caractères numériques, leur attribuant une séquence de chiffres selon leur formation, leur composition minéralogique, leur drainage et leur texture. D'autres levés utilisent des noms pour définir les divers types de sols dans chacun des principaux critères de classification. D'aucuns correspondent aux noms utilisés par les prospecteurs russes, précurseurs dans le domaine de la prospection pédologique vers les années 1870. En 1914, les sols du sud-ouest de l'Ontario sont les premiers au Canada à être étudiés par des levés effectués par le Département de chimie du Collège d'agriculture de l'Ontario à Guelph; d'autres provinces suivent ensuite.

À la suite du premier Congrès international des sciences pédologiques tenu à Washington, D.C., en 1927, plusieurs éminents pédologues du monde se rendent en Colombie-Britannique, en Alberta et en Saskatchewan où ils éveillent l'intérêt des Canadiens pour la classification et la cartographie des sols. À cette époque, chaque province effectuait ses propres levés, chacune avec son propre système, et publiait ses propres cartes à l'échelle qu'elle avait choisie. En 1935, E.S. Archibald, pressé par la sécheresse et les tempêtes de poussière qui sévissent dans les Prairies, rassemble les prospecteurs pédologiques des provinces et des fermes expérimentales. En 1934, grâce à des subventions de l'Administration du rétablissement agricole des Prairies (ARAP), les fermes expérimentales commencent à s'occuper de la question et effectuent des études pédologiques conjointement avec les Prairies afin d'obtenir des données de base permettant de résoudre des problèmes créés par la grande sécheresse. L'ARAP subventionne ces études jusqu'en 1940 au moment où des subventions de la Division des grandes cultures sous E.S. Hopkins et, plus tard, sous P.O. Ripley, sont attribuées aux programmes de cartographie des sols dont l'échelle devient alors nationale avec la formation du Comité national de classification des sols.

Le Comité national de classification des sols se réunit à Ottawa la première fois en mai 1945. C'est encore une fois Archibald qui est le principal artisan du regroupement des provinces et des fermes expérimentales. McKeague et Stobbe soulignent l'accord sur de nombreux points conclu par les pédologues de toutes les provinces et des fermes expérimentales sur des questions techniques liées à la classification des sols. Ils attribuent ces ententes à la compétence et à la compréhension de A. Leahey, président du Comité, qui avait participé à la cartographie des sols d'Alberta jusqu'en 1936 avant d'arriver à la Division des grandes cultures pour commencer à établir une corrélation entre les différents relevés pédologiques au Canada. Ses objectifs sont de normaliser la nomenclature des noms de sol, des unités cartographiques et des méthodes d'analyse en laboratoire. P.C. Stobbe vient le rejoindre en 1939 après avoir travaillé à titre de pédologue au Nouveau-Brunswick, au Québec et au Manitoba et il devient secrétaire du Comité national. Leahey en est le président jusqu'en 1965 et Stobbe prend la relève jusqu'en 1969, année de sa retraite. Le mérite de l'élaboration d'un système de classification des sols accepté à l'échelle nationale revient à Leahey et Stobbe. À titre de secrétaire, Stobbe a joué un rôle clé lors des négociations d'accords entre les pédologues de toutes les provinces.

La pédologie entre dans une nouvelle phase et tente de répondre aux besoins de tous les Canadiens. En 1963, c'est le début du programme de l'Inventaire des terres du Canada (ITC), conformément à la Loi sur l'aménagement rural et le développement agricole. L'objectif de ce programme est de déterminer le potentiel des terres pour l'agriculture, l'exploitation forestière, les loisirs et la faune. Il existe des données adéquates qui permettent la compilation des inventaires des régions les plus récemment cartographiées, mais des données additionnelles doivent être recueillies sur le terrain dans le cas des premiers relevés. Durant ses douze premières années d'existence, l'ITC relève d'abord du ministère de l'Agriculture, puis du ministère de l'Expansion économique

régionale et enfin, du ministère de l'Environnement. Bien que les pédologues sachent que les sols permettant les cultures de valeur élevée, par exemple les fruits et les légumes, sont en quantité limitée au Canada, les Canadiens estiment que les terres utilisées pour l'extension des villes et des autoroutes peuvent être facilement remplacées par des terres situées plus loin des centres urbains. Ils ne se rendent pas compte que l'emplacement des principales villes canadiennes avait été déterminé en fonction de la proximité de terres fertiles afin de nourrir les citadins.

W.A. Ehrlich, coordonnateur des sols à l'administration centrale de la Direction générale de la recherche, remplace Stobbe comme président du Comité national (à cette époque, canadien) de la classification des sols en 1969. Le Comité canadien élargit son champ d'action pour étudier, en plus de la taxonomie des sols, l'évaluation du rendement des cultures et la télédétection. La diversité des membres s'accroît pour comprendre des sylviculteurs, des spécialistes de l'environnement, des urbanistes et des aménagistes. Par décision du comité, la Direction générale de la recherche en conserve le contrôle. En 1973, J.S. Clark, directeur de l'Institut de recherches sur les terres, remplace M. Ehrlich et commence immédiatement à mettre au point un système informatisé de données pédologiques, nommé CanSIS. Ce système modifie tout à fait le mode de production des cartes à des fins spéciales. Maintenant, lorsque les données de base sont entrées dans l'ordinateur, des cartes de tous les types peuvent être produites et dessinées par ordinateur.

En 1975, la prospection pédologique de plus de 300 millions d'hectares, couvrant 35 p. 100 de la masse terrestre du Canada, a été réalisée, dont 60 p. 100 ont été évalués dans le cadre du programme d'Inventaire des terres du Canada. Plus de 200 cartes avaient été publiées depuis 1920; entre 1960 et 1974 les cartes sont publiées au rythme de 6 par année. Les premières années, les cartes sont dessinées puis préparées pour impression par le ministère de l'Intérieur. Lorsque ce ministère est aboli en 1931, c'est le ministère des Mines et des Relevés techniques qui prend la relève des services cartographiques. En 1945, Archibald propose à la section de cartographie de s'installer à la Ferme expérimentale centrale, où elle est toujours située. La technologie de la production de cartes a énormément évolué; au début, il n'existe toujours pas de cartes maîtresses et les pédologues doivent les préparer. Après la Seconde Guerre mondiale, la Division topographique du ministère des Mines et des Ressources entreprend un programme de cartographie du territoire canadien à partir de photographies aériennes. L'utilisation de ces photos permet aux prospecteurs d'accélérer grandement leur travail. Ils sont ainsi en mesure de prédire le type de sol, ce qui permet de diminuer le nombre de tranchées, travail qui demande beaucoup de temps. Les pédologues s'adaptent rapidement à l'ère de l'ordinateur, et aujourd'hui les cartes sont préparées à l'aide de cet outil puissant. Les modes de transport utilisés par les pédologues s'améliorent avec les années : chevaux de somme, canots, draisines, automobiles, camions, véhicules à quatre roues motrices, avions, et même des hélicoptères. Ceux-ci sont utilisés pour la première fois en 1955 par J.D. Lindsay pour des études au nord de l'Alberta.

La région canadienne cartographiée a été récemment étendue de façon à inclure des terres fédérales, notamment des réserves indiennes, des parcs nationaux, et les territoires du Yukon et du Nord-Ouest, dans le but d'y établir des tracés de lignes électriques et de pipelines. Dans la partie sud du Canada, les études pédologiques sont aussi plus nombreuses pour répondre à la demande de renseignements détaillés liés à des projets urbains et d'irrigation. Vu l'ampleur des activités de pédologie au Canada, un meilleur contrôle de la qualité et une plus grande corrélation sont nécessaires; y travaillent trois coordonnateurs régionaux en plus du coordonnateur national. On consacre davantage d'efforts à l'évaluation de la dégradation des sols, à ses causes, son intensité, son ampleur et les risques qui y sont rattachés. Des relevés spéciaux ont permis de cartographier l'acidité, la salinité, l'utilisation et la dégradation des sols superficiels. Ces renseignements sont utiles pour l'utilisation et la conservation des ressources pédologiques du Canada. La prospection, la classification et la cartographie des sols demeurent les principales fonctions du Comité canadien de classification des sols.

LA GRANDE SÉCHERESSE

Lorsque les plaines de l'Ouest sont cultivées pour la première fois, vers la fin du dix-neuvième siècle et dans la première partie du vingtième, il est recommandé de pratiquer une jachère pulvérulente (27) afin de réduire les pertes d'humidité dans les champs de blé laissés en jachère l'été. Les jachères pulvérulentes, produites par le passage répété de la herse et de la charrue à disques, permettent de réduire l'évaporation; cependant, dans les régions venteuses, la couche arable contenant la précieuse matière organique est emportée par le vent.

Anderson (2), Palmer (79) et Gray (27) expliquent les raisons de la formation du désert anthropique au Manitoba, en Saskatchewan et en Alberta au moment de la grande sécheresse des années 1930 à 1940. Ils expliquent comment l'utilisation de charrues, le recours trop fréquent aux jachères d'été et la culture de grandes zones contiguës, ajoutées à de faibles précipitations, des températures élevées, des vents violents, une évaporation extrême et l'élimination de la couche superficielle, ont aggravé la situation. Les données présentées au Tableau 13.1 montrent les pertes de cultures consécutives à cette sécheresse.

Au milieu de la grande sécheresse des années 1930, la Ferme expérimentale d'Indian Head et les stations de Swift Current, Scott, Rosthern et Lethbridge tentent de trouver des solutions à ce problème d'érosion éolienne. E.S. Archibald prend des mesures positives et encourage les régisseurs et le personnel des fermes expérimentales à poursuivre leurs travaux et à faire connaître rapidement leurs suggestions aux agriculteurs intéressés. Archibald est un homme d'action qui ne s'occupe des petits détails administratifs qu'une fois la tâche accomplie.

Il était déjà arrivé dans les Prairies que des sols soient emportés par le vent, mais toujours dans des régions isolées et sur de courtes périodes. La première ferme expérimentale à signaler le déplacement éolien de sols est Indian Head en

1887. Dès 1918, à Monarch, entre Calgary et Lethbridge, les sols sont régulièrement emportés par le vent.

Tableau 13.1 Rendement du blé en Saskatchewan[1]

Période	Fourchette annuelle du rendement	Moyenne sur 10 ans
	(t/ha)	(t/ha)
1910–1919	0,57–1,69	1,11
1920–1929	0,68–1,57	1,11
1930–1939	0,18–1,18	0,68
1940–1949	0,75–1,65	1,08
1950–1959	0,65–1,78	1,27
1960–1969	0,57–1,87	1,41
1970–1978	1,41–2,09	1,59

[1]Source : Statistique Canada.

L'un des premiers programmes de recherche à Swift Current, débuté en 1922, traite de la conservation de l'humidité, du contrôle de l'érosion éolienne et de la lutte contre les mauvaises herbes. J.L. Doughty et ses collègues (19) montrent que le transport éolien des sols est un problème complexe qui varie en fonction des conditions de l'air, de la surface du sol et du sol. La turbulence de l'air, parce qu'elle accroît la vitesse du vent près de la surface du sol, est donc la principale cause des tempêtes de poussière. Le degré de turbulence est, à son tour, influencé par la friction de l'air sur les obstacles en surface et par les tourbillons de convection causés par les différences de température entre le sol et l'air. Les tourbillons de convection accroissent la vitesse du vent et se produisent au-dessus des terres nues en jachère, les plus propices au transport éolien. La présence de mottes de terre, de chaumes ou d'autres obstacles diminue la vitesse du mouvement de l'air près de la surface et en réduit les effets érosifs.

Les scientifiques de Swift Current démontrent que la composition du sol a un lien direct avec son érodabilité. Une couche herbeuse récemment retournée, qui contient beaucoup de fibres de racines, est rarement érodée. À mesure que les fibres se décomposent en humus, les particules de sol s'agrègent, mais dans la plupart des sols des Prairies les agrégats sont trop petits pour résister à la force du vent. Pour préserver le sol, il est donc impératif de continuer à ajouter au sol de la matière organique fibreuse. On a montré que le carbonate de calcium (chaux), présent dans la plupart des sols des Prairies, entraîne la désagrégation des particules de sol en petits granules qui sont ensuite emportés par le vent.

Dès 1920, W.H. Fairfield et A.E. Palmer de la Station expérimentale de Lethbridge travaillent avec des agriculteurs du district de Monarch pour essayer de combattre l'érosion éolienne des sols. Certains agriculteurs remarquent que le côté est de leurs champs en jachère est toujours le premier à être érodé et le côté ouest, le dernier. Ils se disent donc qu'étant donné que les vents dominants viennent de l'ouest, le vent doit souffler au-dessus d'une terre en jachère avant de pouvoir soulever des particules de sol. La solution est la culture en bandes,

c'est-à-dire que d'étroites bandes nord-sud sont laissées en jachère et les bandes intercalées sont cultivées. Palmer montre que la largeur des bandes la plus efficace dépend de la texture du sol; sur les sols légers, les bandes doivent être étroites (5 perches, soit environ 25 m) alors que sur les sols lourds, les bandes peuvent être 10 fois plus larges. Les inconvénients de ce mode de culture sont : l'accumulation de terre du côté est des bandes, la contamination des bandes cultivées par les mauvaises herbes en provenance des bandes en jachère et l'infestation accrue du blé par la cèphe des chaumes. Ces inconvénients deviennent négligeables avec la découverte de nouvelles techniques de gestion des sols et de nouvelles variétés de cultures.

Les agriculteurs contrôlent le transport éolien des sols dans les bandes en y laissant autant de chaumes que possible, alors qu'auparavant ils enfouissaient le chaume par labourage immédiatement après la récolte, comme cela se fait dans l'est du Canada et en Europe où les sols sont plus lourds et les pluies plus abondantes. À cause des conditions de sol propres à l'Ouest canadien, il fallait découvrir une façon de contrôler la croissance des mauvaises herbes. Près de Monarch, un agriculteur astucieux, C.S. Noble (54), décide d'utiliser une lame californienne, prévue à l'origine pour déraciner les betteraves à sucre, afin de détruire les mauvaises herbes. Il règle la lame de façon à ce qu'elle pénètre dans le sol juste sous la surface pour couper les racines en laissant les plantes bien enracinées. Noble modifie sa lame de nombreuses fois et le produit final est aujourd'hui fabriqué et vendu par milliers dans le monde entier. On cesse d'utiliser la charrue à cause des dommages qu'elle cause, et on commence la pratique de la culture sur chaumes ou culture sur émondes. Aujourd'hui cette technique, perfectionnée depuis, est reconnue comme étant la seule façon de laisser en jachère les sols des Prairies. Pour leur travail de pionnier dans le domaine de la conservation des sols, Noble et Fairfield reçoivent en 1934 la distinction de *Member of the British Empire* (M.B.E.).

En 1931, une sous-station de Swift Current est mise sur pied à Regina et dirigée par W.S. Chepil. Son objectif principal est d'effectuer des recherches dans le domaine de la lutte contre les mauvaises herbes et de l'érosion éolienne des sols compte tenu de la présence d'argile lourde dans les plaines de Regina, zone d'environ 600 000 hectares. Peu après la création de l'Administration du rétablissement agricole des Prairies (ARAP) au sein du ministère de l'Agriculture du Canada en 1935, un laboratoire de recherche sur les sols est construit à la Station expérimentale de Swift Current grâce à des subventions de l'ARAP. Malheureusement, Barnes, directeur désigné à Swift Current, meurt au moment où le laboratoire est encore à l'étape de la planification. J.L. Doughty, fort d'une grande expérience dans la recherche sur les sols, la pédologie et l'enseignement au Canada et aux États-Unis, est nommé directeur. Chepil passe de la sous-station de Regina au nouveau laboratoire et de nombreux autres pédologues d'expérience sont embauchés.

En 1935, les scientifiques à Swift Current, Lethbridge et Ottawa préparent un guide descriptif (36) pour informer les agriculteurs des façons d'utiliser leur sol. Durant les 11 années suivantes, cette publication est modifiée et réimprimée

quatre fois. Ce guide, en plus de décrire la culture en bandes et la culture sur émondes, donne des conseils sur l'utilisation des plantes couvre-sol (semer les céréales de printemps à la fin de l'été), les avantages des brise-vents, la lutte contre les mauvaises herbes sur les jachères et les mesures d'urgence appropriées quand les vents commencent à transporter les sols en jachère.

Il faut plus qu'un guide pour encourager les agriculteurs des plaines à utiliser des méthodes de culture visant à protéger leurs terres des ravages du vent et de la sécheresse. De nombreux agriculteurs des régions les plus durement touchées abandonnent tout simplement leurs terres et déménagent vers le nord. En 1921, Noble exerce des pressions, avec succès, auprès du gouvernement de l'Alberta pour que celui-ci nomme des praticiens d'expérience comme agronomes de district, un service déjà disponible à cette époque en Ontario. Ce service n'apparaît en Saskatchewan qu'après 1934 au moment où Taggart, régisseur de la station de Swift Current, de concert avec les agriculteurs, presse le gouvernement de placer un agent d'information agricole dans chacune des collectivités. Le personnel de recherche des stations expérimentales, notamment à Swift Current, qui offre ce service, passe une grande partie de son temps à parler à des groupes d'agriculteurs et à leur montrer comment régler et faire fonctionner les machines agricoles.

Au moment où l'ARAP est mise sur pied en 1935 pour venir en aide aux agriculteurs des Prairies, Archibald, nommé directeur, devient responsable de deux grands organismes à la fois. Cet arrangement permet à des fermes agricoles des Prairies de construire des laboratoires, d'obtenir de l'équipement et d'aider les petits services provinciaux naissants. G.L. Spence est nommé directeur de l'ARAP en 1937, mais les liens financiers entre l'ARAP et les fermes expérimentales se poursuivent jusqu'en 1943. Durant cette période de 8 ans, plus de 50 sous-stations expérimentales de district, chacune sous la supervision d'une ferme expérimentale, sont fondées et gérées par des agriculteurs; 17 projets de remise en valeur sont mis sur pied dans les zones les plus touchées afin d'étudier des méthodes d'utilisation des sols érodés; près de 600 projets de remise en culture permettent à des scientifiques de trouver le moyen d'établir des prairies dans des conditions de sécheresse; quatre importants programmes de plantation d'arbres et des milliers de plus petits programmes démontrent la valeur des arbres comme brise-vents et pour diminuer l'érosion des sols (voir le tableau 8.2); de plus, l'irrigation de cultures est mise au point.

Afin de bien faire connaître aux agriculteurs des provinces des Prairies les nouvelles méthodes de gestion des sols, l'ARAP crée 228 associations d'amélioration des pratiques agricoles regroupant 35 800 membres. Il devient impératif que chaque agriculteur adopte les nouvelles techniques de culture sur chaume-mulch (culture sur émondes) et de culture en bandes afin d'éviter d'endommager les champs de ses voisins. L'ARAP est le catalyseur dont dépendent les agriculteurs qui pratiquent dans ces zones de grande sécheresse. La coopération entre des agents de l'ARAP, des fermes expérimentales et le Service des sciences se poursuit même après le transfert de l'ARAP au ministère de

l'Agriculture. Les réalisations issues de cette coopération sont rapportées par d'autres (4, 5, 94).

Les problèmes causés par la grande sécheresse des Prairies sont résolus juste à temps puisqu'en 1940, début de la Seconde Guerre mondiale, de nombreux jeunes scientifiques des fermes expérimentales et des universités se joignent aux Forces armées. Ceux qui restent au pays continuent à améliorer les techniques de prévention de l'érosion des sols et, lorsque les combattants rentrent au pays en 1945, de nombreux projets sont déjà sur pied. D.T. Anderson de Lethbridge est le premier à faire des études sur la conservation des émondes; il montre que le cultivateur à lame large (Noble) détruit moins de chaume que toute autre machine utilisée pour le contrôle des mauvaises herbes (3). K.E. Bowren de Melfort, P.J. Jantzen de Swift Current, D.A. Brown de Brandon et Anderson déterminent quels sont les instruments aratoires les plus appropriés à la conservation des sols de surface et à la destruction des mauvaises herbes, grandes consommatrices d'eau. Les chercheurs s'inquiètent de la proportion de terre laissée en jachère et de la diminution rapide de la teneur en matière organique des sols des Prairies. Ils tentent de trouver des méthodes de lutte contre les mauvaises herbes sans endommager les chaumes.

Les nouveaux herbicides chimiques arrivent à point nommé. En 1966 et 1967, C.H. Anderson de Swift Current utilise des herbicides seuls pour la lutte contre les mauvaises herbes dans les terres en jachère à la suite d'une culture de blé d'hiver. Aucun travail mécanique n'est effectué depuis la récolte précédente jusqu'à l'ensemencement du blé d'hiver environ un an plus tard. La jachère chimique ou les semis directs produisent 30 p. 100 de plus de blé que les terres travaillées mécaniquement. Cet accroissement est attribué à de meilleures réserves d'humidité obtenues de la rétention de la neige par les chaumes sur les parcelles non travaillées. D'autres études ont montré qu'une combinaison de jachère chimique et mécanique était nécessaire pour lutter contre tous les types de mauvaises herbes, y compris les graminées.

En 1967, Lindwall et Anderson de Lethbridge (50) entreprennent des études semblables sur un loam argileux du sud de l'Alberta et concluent au bout de quatre ans que le traitement chimique ou la culture sans travail du sol ne peut être rentable à moins d'une réduction sensible du prix des herbicides. Ils continuent d'étudier les méthodes de culture sans travail du sol, notamment des façons d'ensemencer dans une épaisse couche de débris végétaux.

Les producteurs étudient à l'heure actuelle le potentiel des semis directs pour économiser l'énergie, réduire l'érosion du sol, conserver l'humidité et maintenir les rendements. Depuis 15 ans, la couche de matière organique, en régression depuis 75 ans s'accroît dans les champs à semis directs. Les conclusions de ces études permettront de réduire l'érosion éolienne des sols, d'améliorer la structure et la fertilité des sols et de maintenir la production des cultures. Nous en sommes donc aujourd'hui à la quatrième phase principale de méthodes de pratiques culturales dans les Prairies (51), les trois premières étant le labourage, la culture sans labour et la culture sur résidus de culture.

ROTATION DES CULTURES

Les agronomes ont reconnu depuis bien des générations la nécessité de pratiquer la rotation des cultures, c'est-à-dire, d'alterner de culture d'une année à l'autre dans un champ donné. Si l'on cultive la même plante chaque année dans un champ, les mêmes éléments nutritifs sont prélevés et les maladies et les insectes caractéristiques de ces cultures ont tendance à s'accroître. Dans un système en rotation, et notamment si l'on peut inclure des légumineuses telles les pois, les fèves ou la luzerne, certains éléments nutritifs peuvent être conservés ou même s'accroître. C'est cependant une tâche à long terme que de déterminer la meilleure succession de culture pour chaque type de sol et série de conditions météorologiques. Il faut compléter plusieurs cycles d'une rotation avant de pouvoir tirer des conclusions valables. Chaque cycle complet peut prendre de 5 à 10 ans. Cependant, pour les arbres fruitiers, la rotation à court terme est impossible étant donné qu'un verger de pommes, par exemple, peut produire sur une période de 50 ans.

Les données continues les plus anciennes concernant une rotation de culture proviennent des Broadbalk à Rothamsted, Angleterre, (assolement commencé en 1843 par Sir John Lawes). Au Canada, il existe également un certain nombre d'exemples remarquables de rotations de cultures à long terme. Les plus anciennes, débutées en 1888, sont situées à la Ferme expérimentale centrale d'Ottawa (84). Elles sont établies dans des parcelles uniques et ne se prêtent donc pas à des analyses mathématiques; cependant, 55 ans plus tard et après confirmation de leurs résultats par des expériences à court terme plus poussées, les spécialistes en tirent des conclusions relativement fiables.

La rotation de cultures irriguées la plus ancienne en Amérique du Nord, et peut-être au monde, est celle de Rotation U à Lethbridge (Alberta) (21, 22). En 1911, W.H. Fairfield met au point une rotation sur dix ans comportant six années de luzerne suivies de la culture d'une année chacune de pommes de terre, de blé, d'avoine et d'orge. Jusqu'en 1933, les seuls fertilisants ajoutés sont 26 t/ha de fumier sur les parcelles de cinquième année de luzerne. Les méthodes de culture et les diverses cultures produites ont varié avec le temps en fonction des exigences des agriculteurs. Aujourd'hui, les rendements de luzerne sont supérieurs d'environ 10 p. 100 aux premiers rendements. L'analyse des teneurs en matière organique et en éléments fertilisants dans les sols après chaque cycle de dix ans montre que les caractéristiques du sol demeurent relativement constantes et que pour le phosphore, les teneurs se sont accrues sur les portions fertilisées de chacune des parcelles. Les sols irrigués du sud de l'Alberta, si leur bonne gestion se poursuit, semblent devoir demeurer productifs indéfiniment.

Dans les conditions des Prairies, les rotations en aridoculture sont moins compliquées que les rotations de cultures irriguées, vu le nombre limité des cultures que l'on peut y faire croître. Toujours à Lethbridge, Fairfield a mis au point trois rotations de blé : blé en continu (rotation A); blé, jachère (rotation B); et blé, blé, jachère (rotation C). Les rotations A, B et C comportent respectivement un, deux et trois champs; en A, le blé est toujours reseмé sur des chaumes, en

B, sur des jachères et en C, la moitié du blé sur des chaumes, l'autre moitié sur des jachères. Freyman et ses collaborateurs (26) signalent que les rendements diminuent rapidement dans tous les cas durant les premières années puis varient de façon considérable selon les précipitations annuelles. Sur les parcelles fertilisées, les rendements ont dépassé ceux des parcelles non fertilisées. L'augmentation la plus importante, débutant au milieu des années 1960, résulte de l'utilisation d'herbicides pour la lutte contre les mauvaises herbes à feuilles larges et la folle avoine. Il est alors possible d'ensemencer immédiatement après une seule culture de printemps, plutôt qu'après plusieurs, dans un lit de semence humide et peu profond. L'utilisation de cultivars de blé de printemps améliorés accroît également les rendements, mais l'obtention de plus hauts rendements nets est surtout due à des progrès dans le domaine de la lutte contre les mauvaises herbes.

À Swift Current, Campbell et ses collaborateurs (18) découvrent que des cultures de blé en continu, traitées par des fertilisants azote-phosphore, ont un rendement supérieur de 50 p. 100 à ceux des cultures de blé en rotation sur deux ans avec jachère. L'apport d'azote accroît les rendements de 5 p. 100. Mais mieux encore, puisque le blé est souvent vendu en fonction de sa teneur en protéines, l'azote améliore la teneur en protéines de 13,5 p. 100 à près de 16 p. 100. Sur une période de 12 ans, les rendements sont directement liés à la quantité de précipitations durant la période de végétation. Cela confirme les conclusions de Ripley (84) qui disait que la jachère servait de tampon contre une récolte déficitaire possible. Biederbeck, Campbell et Zentner (13) montrent que la quantité et la qualité de la matière organique du sol peuvent être améliorées grâce à l'utilisation de cultures annuelles des céréales, d'une bonne fertilisation et d'un semis direct sur chaume. Zentner et ses collaborateurs (108), analysant les mêmes données de Swift Current dans une perspective économique, concluent que les cultures en Saskatchewan devraient être plus intensives que ne l'étaient les cultures traditionnelles. Ils recommandent un système de trois ans ainsi composé : jachère-blé-blé. La culture de blé en continu produit un revenu annuel net variable.

La principale leçon à tirer des rotations de cultures est que l'humidité du sol est le plus important facteur pour l'obtention d'une culture de blé satisfaisante sur les terres arides. Les scientifiques de Lethbridge mettent donc au point une rotation «si» : si l'humidité du sol descend au moins jusqu'à 600 mm au moment des semailles, alors l'ensemencement peut être fait sur une jachère ou sur des chaumes. En sols arides, plusieurs agriculteurs suivent cette pratique qui requiert la prise de bonnes décisions au moment des semailles. Lorsque cette pratique est bien effectuée et que tous les résidus de plantes sont retournés au sol, les teneurs en azote, donc en matière organique, peuvent être maintenues.

Dans l'est du Canada, là où l'humidité est rarement un facteur restrictif, les expériences de rotation et de succession de cultures commencent à Ottawa, Kapuskasing et Sainte-Anne-de-la-Pocatière (84) entre 1934 et 1941. Ces expériences se terminent 9 à 12 ans plus tard lorsqu'il devient clair que des légumineuses comme la luzerne, le mélilot et le trèfle rouge sont supérieurs et de loin aux céréales ou aux graminées en tête d'assolement. Ripley (84) en conclut qu'une succession

normale de cultures est moins importante que ne l'est un système de rotation qui convient à chacun des systèmes individuels d'exploitation.

FERTILISANTS

Étant donné que la structure et la composition chimique des sols sont différentes, leurs valeurs fertilisantes sont également différentes. L'ajout de matières organiques, par exemple les fumiers d'animaux et les résidus de récoltes, améliore la structure du sol et y ajoute divers éléments fertilisants utiles pour les plantes; toutefois, il n'existe pas suffisamment de matière organique disponible provenant de ces sources pour satisfaire les demandes de la population toujours croissante du globe. En conséquence, de nombreux sols perdent de leur potentiel de production étant donné que leurs principes nutritifs sont immobilisés dans les grains et autres produits vendus et quittent ainsi la ferme. Il est évident que d'autres sources de fertilisants doivent être trouvées et utilisées pour maintenir la fertilité des sols.

La réponse des plantes à un élément n'est pas indépendante de leur réponse à d'autres éléments; il y a plutôt un lien étroit qui rend l'étude des besoins en fertilisants des plantes plus difficile mais également plus intéressante. Zentner et Read (107) de Swift Current ont par exemple montré que dans la plupart des cas, il faut calculer la quantité appliquée à un sol en fonction du taux d'humidité afin d'obtenir des rendements optimums.

Les surveillants des stations de démonstration sont les champions de l'utilisation avantageuse des fertilisants; ce sont des scientifiques dévoués qui, durant 44 ans, soit depuis le début de la Division des stations de démonstration, interprètent et démontrent aux agriculteurs-opérateurs de ces stations et à leurs voisins les résultats des expériences sophistiquées sur la nutrition des plantes effectuées par leurs collègues des fermes expérimentales. Ces démonstrations pratiques visent à aider immédiatement l'agriculteur et à lui faire obtenir de meilleurs profits.

La recherche sur les fertilisants peut être catégorisée en quatre classes :

- éléments majeurs, par exemple azote, phosphore et potassium;
- éléments mineurs, par exemple magnésium et soufre;
- oligo-éléments, par exemple bore, manganèse, cuivre, fer, plomb et zinc; et
- amendements, par exemple chaux, fumiers et résidus de culture.

En 1893, F.T. Shutt, premier chef de la Division de la chimie entreprend des expériences sur les fertilisants dans les fermes expérimentales. Son influence directe durera 40 ans, culminant en 1933 avec sa dernière publication (88).

Éléments majeurs

Azote

Avant que des scientifiques allemands ne découvrent comment combiner l'azote à l'oxygène et l'hydrogène au début du 20e siècle, tout l'azote ajouté

aux sols provient de sources naturelles, par exemple les orages électriques, les bactéries associées aux légumineuses et fixatrices d'azote, les fumiers et le nitrate de sodium extrait au Chili. Le phosphore et la potasse sont extraits de gisements et convertis en fertilisants sous forme de superphosphate et de sels de potassium.

Dès 1905, Shutt et Charron (87) de la Division de la chimie montrent que la perte d'azote et de matières organiques des sols est due à des cultures successives et à des mauvaises pratiques agricoles. À Indian Head, Angus MacKay prélève des échantillons d'un sol cultivé durant 22 ans; les analyses révèlent une perte d'azote de plus de 30 p. 100, dont un tiers seulement est attribuable au prélèvement par les cultures. Shutt et Charron en concluent que le reste a été perdu par suite des pratiques agricoles, notamment les jachères d'été. La valeur de l'application d'engrais vert (légumineuses) à des cultures dans le maintien et l'accroissement de la fertilité du sol est déjà connu, mais afin de démontrer ce phénomène dans des conditions canadiennes, Shutt et Charron effectuent une
146 série d'expériences qui dureront 12 ans à chacune des 5 fermes expérimentales. Ces expériences démontrent clairement que l'enfouissement du trèfle par le labour augmente les rendements de 30 à 50 p. 100 et que cet effet continue à se faire sentir durant 3 ans. Des données obtenues 20 ans plus tard par Shutt (85) montrent qu'après 38 ans, la perte d'azote est de 40 p. 100, dont la même proportion qu'avant est due à de mauvaises pratiques agricoles.

À Swift Current, Barnes (10) en 1934, Doughty *et al.* (19) en 1943 et Doughty, Cook et Warder (20) en 1954 montrent que l'azote est perdu à cause des jachères d'été mais que le taux de perte décrit par Shutt diminue dans le cas d'une culture continue. Ils découvrent que la teneur en azote sous forme de nitrate, forme utilisable par les plantes, est plus élevée dans les sols laissés en jachères l'été que dans les sols où les chaumes sont laissés jusqu'à la fin juin. La quantité d'azote disponible, importante dans les sols naturels des Prairies, augmente après la période des récoltes lorsque l'humidité du sol augmente. Ils effectuent d'importantes études sur les effets de l'incorporation de paille et autres matières organiques dans les sols durant la mise en jachère d'été et concluent que si la quantité de paille et de chaume est très élevée, la récolte suivante en profitera. En 1960, les agriculteurs de la région de l'aridoculture céréalière découvrent qu'il est profitable d'appliquer des fertilisants azotés en quantités toujours croissantes pour compenser la perte d'azote durant la décomposition de la matière organique. Ferguson et Gorby (23) trouvent que, dans certaines conditions au Canada, et contrairement à d'autres études, l'incorporation de paille dans le sol ne conduit généralement pas à un déficit en azote. Selon eux, la faible teneur en humidité du sol et la longue période de gel hivernal réduisent l'activité des micro-organismes saprophytes associés à l'utilisation d'azote durant la décomposition de la paille.

À Summerland (Colombie-Britannique), Mason et Miltimore (69) appliquent 12 doses différentes de nitrate d'ammonium dans des pâturages naturels comportant de l'agropyre inerme (*Agropyron inermis*) et de l'armoise tridentée (*Artemisia tridentata*). L'azote est appliqué en doses variant entre 25 et 450 lb/

acre (28 à 500 kg/ha). Les rendements d'agropyre font plus que doubler. Mason et Miltimore répètent l'expérience à 4 autres sites et obtiennent des résultats semblables. En plus des rendements accrus de l'agropyre, sa teneur en azote, donc sa valeur nutritive, s'accroît d'un facteur 3. D'un point de vue pratique, des apports de plus de 50 lb/acre (55 kg/ha) ne sont pas économiques. Mason (68) applique 5 doses d'azote variant de 0,15 kg à 0,90 kg par arbre dans un verger irrigué de pommiers McIntosh; les résultats n'indiquent aucun effet sur le rendement mais plutôt une faible diminution de la fermeté et de la qualité du fruit. Il en conclut qu'il n'est peut-être pas toujours souhaitable d'utiliser des fertilisants azotés pour les pommiers McIntosh.

Sur la côte Ouest, Maas, Webster, Gardner et Turley (53) découvrent que de fréquentes applications d'azote donnent des rendements plus uniformes, mais non supérieurs, d'herbage qu'une seule application d'une quantité équivalente. Mack (56) de l'Institut de recherches sur les sols découvre que les faibles températures hivernales peuvent être bénéfiques pour la production d'azote provenant de la matière organique du sol. Les sols soumis à des températures extrêmement basses (-196 °C) pendant 10 minutes seulement produisent 50 p. 100 de plus d'azote sous forme de nitrate (une indication de la rupture des cellules bactériennes) que lorsque la température est maintenue autour du point de congélation. Cela conduit Mack à effectuer d'autres recherches sur les températures du sol durant la saison de croissance lorsque l'effet est inversé, comme l'indique la croissance des plantes. Le phénomène est confirmé en laboratoire et sur le terrain par Biederbeck et Campbell (12), à Swift Current.

Des chercheurs des stations de recherches de la zone aride des Grandes plaines remarquent que l'humidité est un facteur limitatif de la croissance des plantes lorsqu'il y a application de fertilisants. Lehane et Staple (49) montrent que chaque millimètre d'humidité dans un sol au moment de l'ensemencement accroît les rendements de blé de 5 à 8 kg/ha, selon la texture du sol et le cultivar de blé.

Bole et Pittman (16) vont un peu plus loin avec l'orge et déterminent l'effet d'eau ajoutée sous forme d'humidité du sol et de précipitation. Ils établissent un lien entre ces facteurs et l'utilisation, ainsi que le coût, des fertilisants azotés de façon à montrer, par exemple, que la quantité de fertilisants azotés doit être accrue d'environ 0,3 kg/ha pour chaque millimètre additionnel d'humidité dans le sol au printemps. Zentner et Read (107) vont encore plus loin et montrent que l'eau ajoutée durant la saison de croissance est trois fois plus efficace que l'humidité stockée dans le sol, mais qu'à cause de l'incapacité de prévoir une humidité adéquate dans le sol, l'ajout de fertilisants azotés pour en optimiser l'utilisation serait un risque économique. Bole et Pittman font des prévisions semblables, fondées sur des essais de fertilisation sur 15 ans, pour le blé de printemps et d'hiver. Les recommandations faites aux agriculteurs par les laboratoires provinciaux d'analyse de sol se fondent en grande partie sur ces travaux et sur des travaux semblables effectués dans les fermes expérimentales et les stations de recherches.

Phosphore et potassium

Les sols désertiques de la vallée de l'Okanagan en Colombie-Britannique comptent parmi les premiers au Canada à faire l'objet d'une étude poussée pour en déterminer la teneur nutritionnelle. J.C. Wilcox de Summerland amorce l'étude en 1931 et dès 1947 (101), il découvre que bien que certains vergers de l'Okanagan aient besoin de fertilisants azotés, il n'est pas nécessaire en général d'ajouter des fertilisants à base de phosphore et de potassium pour améliorer la vigueur et le rendement des arbres.

Les teneurs en soufre, phosphore et potassium de la luzerne de 210 sites dans la vallée de l'Okanagan sont étudiées par Mason, van Ryswyk et Miltimore (70). Les résultats montrent que la teneur en potassium dans les plants de luzerne cultivés sur les quatre principaux types de sol de la région varient peu, mais qu'il y a des différences marquées dans la teneur en soufre et phosphore. Ils en concluent que les sols podzoliques profiteraient probablement le plus de l'ajout de soufre et que les sols bruns profiteraient probablement davantage de l'addition de phosphore. La luzerne cultivée sur les sols brun foncé ou noirs ne profiteraient probablement pas de l'ajout de ces éléments.

Dans d'autres parties du Canada, la situation est différente. MacLean, Bishop et Lutwick (60), à la Division des grandes cultures et à la Division de la chimie, montrent en 1953 que l'avoine et la luzerne répondent à l'application de phosphore dans environ 90 p. 100 des sols de la région d'Ottawa. Ils montrent également que l'avoine répond à une application de potassium (61) dans environ 20 p. 100 des sols mais que la luzerne répond à une application de potassium dans 80 p. 100 des sols. Trois ans plus tard, en 1956, Halstead se joint à MacLean et Lutwick (32) et établit que la teneur en phosphore de la luzerne peut être augmentée d'un facteur trois par l'application d'un fertilisant phosphaté au sol. En effet, l'application de cet engrais entraîne des rendements presque triplés sur trois différents types de sol. En 1955, Heeney, Bishop et Hill (34) établissent un rapport curviligne (logarithmique) entre le rendement en pourcentage des tomates à conserve cultivées dans le comté Prince-Édouard en Ontario et les dosages de phosphore dans les sols. Dans le cadre d'une expérience en serre à la Division de la chimie du Service des sciences, Ward (99) découvre que le rendement des tubercules de pommes de terre est directement proportionnel à la quantité de potassium ajoutée. Il étudie également les effets des différentes doses de potassium sur la quantité d'autres éléments dans les tissus du plant de pomme de terre, débutant ainsi à Ottawa des recherches très poussées poursuivies plus tard à Harrow et qui lui valent une renommée considérable dans ce domaine.

Dans les plaines de l'Ouest, des études sur le phosphore effectuées à Swift Current par Beaton, Read et Hinman (11), à Beaverlodge par Guitard (28), à Fort Vermilion par Anderson (1) et à Indian Head par Spratt et McCurdy (95) montrent que les rendements de luzerne, de blé et d'orge augmentent par suite d'applications appropriées de diverses formes de fertilisants phosphatés. En

1967, à Brandon, Ferguson et Gordy (24) découvrent que la réponse du blé à des applications de phosphore varie considérablement selon la nature du sol. Sur certains sols, les réponses sont semblables à celles observées par Heeney, Bishop et Hill (34), alors que sur d'autres, les réponses sont différentes; on obtient par exemple, une courbe sigmoïde inhabituelle qui résulterait, selon eux, d'une interaction complexe des facteurs microclimatologiques. À la fin des années 1960, Read (82), à Swift Current, établit un lien entre la réponse des graminées fourragères et des légumineuses et la quantité de phosphore disponible dans le sol. Les cultures dans des sols contenant moins de 10 parties par million (ppm) de phosphore disponible produisent environ 150 p. 100 plus de fourrage lorsque des applications de phosphore sont effectuées par rapport à des cultures sur des sols contenant 20 ppm et plus de phosphore disponible. Les résultats des analyses en laboratoire des sols sont régulièrement communiqués aux agriculteurs pour les aider à décider de la nature et de la quantité de fertilisants à appliquer à des champs donnés pour chaque culture.

Une étude de 20 ans entreprise en 1947 par Lawrence et Heinrichs (48) à Swift Current montre que la quantité de phosphate d'ammonium appliquée et l'espacement des rangées d'élyme de Russie modifie les rendements. L'espacement de 0,6 m des rangées rapporte les meilleurs rendements de fourrage. Pour une production optimum de graines, les rangées doivent être un peu plus espacées. La production de fourrage et de graines s'est accrue d'un facteur 2 et 3 par suite de l'accroissement des quantités de fertilisant. En 1965, vers la fin de cette étude, une expérience de coopération entre six stations de l'ouest, menée par R. Kilcher de Swift Current (47), montre pour la première fois que sur des sols alcalins, l'azote et le phosphore ont tous deux un effet résiduel de 3 à 4 ans. Cela veut donc dire qu'au lieu d'appliquer des fertilisants chaque année, il vaut mieux ne répéter l'opération qu'une fois tous les quatre ans mais en utilisant des quantités relativement plus importantes. Cette observation est confirmée par Read et ses collaborateurs à Swift Current (83) et par Bailey et ses collaborateurs (8) à Brandon en 1977, à la suite d'une étude de 8 ans de cultures continues.

Au Québec et dans les provinces des Maritimes, des chercheurs à Saint-Jean, Nappan, Kentville et Charlottetown ont contribué à la compréhension des liens complexes entre le phosphore et le potassium contenus dans le sol et la nutrition des plantes. En 1964, MacKay et Munro (59) révisent la question des fertilisants pour la région de l'Atlantique.

Jasmin, Heeney et Tourchot (41), dans le cadre d'une étude sur des sols organiques au Québec, découvrent que les teneurs en phosphore et en potassium dans le sol et dans les plants de pommes de terre s'accroissent si ces deux éléments sont ajoutés au sol. Ce qui est étrange, par contre, c'est que le rendement des pommes de terre ne s'accroît pas, bien que lorsque la teneur de ces éléments est excessive, il en résulte une réduction de la qualité culinaire des tubercules. Jasmin et ses collaborateurs savent déjà que le phosphore dans les sols organiques est présent sous forme de divers composés complexes, et découvrent plus tard que cet élément est continuellement disponible, sans ajout additionnel.

À Kentville, MacKay, MacEachern et Bishop (58), et plus tard Bishop et ses collaborateurs (14), étudient la réponse des pommes de terre à des applications de fertilisants à base de potassium et de phosphore. Dans les sols minéraux, ils notent un accroissement du rendement après fertilisation dans tous les cas. Pour le potassium, les prévisions faites à partir des analyses de sol sont fiables si l'on utilise une courbe polynomiale. Bien qu'elle soit déjà connue, la teneur en matière sèche des tubercules, donc leur qualité à la cuisson, est inversement proportionnelle à la quantité de fertilisant potassique utilisé sous forme de chlorure. Il devient donc primordial qu'une analyse de sol permette d'indiquer de façon précise la quantité de fertilisants pour un rendement et une qualité optimums. Dans le cas du phosphore, les prédictions ne sont pas aussi précises, mais elles permettent néanmoins d'aider à garantir une nutrition adéquate des plants en vue d'une production optimum.

Les premiers travaux de L.B. MacLeod (66) traitent de l'absorption de potassium par la luzerne et le dactyle dans des sols d'acidité différente. À

Nappan, il fait une étude détaillée (65) des rapports entre la fertilisation à l'azote et au potassium des mélanges luzerne/dactyle et découvre que la luzerne apporte de l'azote à un taux de 45 à 90 kg/ha annuellement à la portion graminée du mélange. Dans les cas où seul de l'engrais azoté est appliqué, la production de luzerne diminue vu la compétition de la graminée par un tallage accru; ainsi, les graminées peuvent être en compétition avec la luzerne pour obtenir le phosphore disponible. À l'Île-du-Prince-Édouard, MacLeod (67), en collaboration avec R.B. Carson du Service de recherches en chimie analytique à Ottawa, découvre que bien que la teneur en protéines des plants d'orge diminue par suite d'applications de phosphore et de potassium, la quantité totale de protéines métabolisées par plant s'accroît à cause de la production accrue de la masse végétale. Le potassium a présenté un effet supérieur à celui du phosphore dans le métabolisme de l'azote par l'orge.

Éléments secondaires

Magnésium

Le tabac cultivé sur des sols sableux aux États-Unis est la première culture pour laquelle les phytophysiologistes mettent en évidence une carence en magnésium. Les symptômes de cette maladie, connue sous le nom de chlorose, sont une perte de la couleur verte des feuilles. Au Canada, cette maladie est signalée pour la première fois en 1934 à Fredericton par MacLeod et Howatt (64) dans le cas de pommes de terre et confirmée plus tard par E.M. Taylor et J.L. Howatt, de Fredericton, dans les pommes de terre et les céréales. En 1937, à la suite d'une étude poussée qui dure quatre ans, Taylor et Howatt (96) indiquent que des pulvérisations de sulfate de magnésium corrigent la situation en dix jours. L'année suivante, Horton (37) de Delhi (Ontario) découvre des plants de tabac atteints de chlorose, une carence en magnésium caractérisée par la chlorose et signalée pour la première fois aux États-Unis. En 1940, Hill et

Johnston (35), à la Division d'horticulture, identifient des carences en magnésium dans des arbres fruitiers. Ils montrent que pour corriger cette carence dans les arbres, il faut pulvériser et non appliquer le sulfate de magnésium au sol.

Dans les années qui suivent, de nombreuses autres recherches portant sur les carences en magnésium sont effectuées par McEvoy (72) de la Division du tabac, et Woodbridge (102) et Ashby et Stewart (7) de Summerland (pommes et cerises), par Halstead, MacLean et Nielsen (33) d'Ottawa (luzerne) et par Ward et Miller (100) de Harrow (tomates de serres). Pour chacune de ces cultures, la solution au problème est de régler le rapport entre le magnésium et les autres fertilisants du sol ou de pratiquer des pulvérisations foliaires appropriées.

Soufre

Bien que le soufre soit un élément secondaire, il a plus d'influence sur les autres éléments nutritifs que sur la croissance des plantes; en voici trois exemples parmi les nombreux cas signalés. McEvoy (72) remarque qu'une carence en magnésium dans les plants de tabac cause un jaunissement des feuilles. L'ajout de grandes quantités de sulfate et d'ammoniaque rend le magnésium encore moins disponible et fait donc augmenter la chlorose et diminuer leur croissance. Nous avons déjà rapporté les conclusions de Mason *et al.* (70) selon lesquelles des additions de soufre pourraient profiter à la luzerne cultivée sur des sols podzoliques puisque ces sols existent là où les précipitations annuelles atteignent 50 cm, soit suffisamment pour lessiver les sulfates. Nielson, Halstead et McLean (77) remarquent que le soufre a un effet synergique avec le potassium et un effet antagoniste avec le phosphore, ce qui se reflète par l'accroissement du premier et la diminution du second dans les grains et la paille d'avoine. Les ions de soufre dans le sol n'ont aucun effet sur le rendement des grains ou de la paille d'avoine, même si du soufre s'accumule dans le grain.

Oligo-éléments

Bore

En 1928, la maladie du cœur brun des navets entraîne de sérieuses pertes pour les producteurs de navets des Maritimes (17). H.T. Gussow, botaniste fédéral, donne à R.R. Hurst du Laboratoire de phytopathologie de Charlottetown, le mandat de mettre au point des expériences pour enrayer cette maladie. En coopération avec dix stations de démonstration de l'Île-du-Prince-Édouard et R.C. Parent de la station expérimentale, Hurst effectue un certain nombre d'expériences avec les fumiers et les engrais. Les traitements qui comportent l'application de borax s'avèrent fructueux; les navets cultivés dans toutes les parcelles traitées au borax ne sont pas touchés par cette maladie. Au même moment, D.J. MacLeod et J.L. Howatt du Laboratoire de phytopathologie de Fredericton, trouvent une solution semblable au problème (63). Le bore sous forme de borax ou d'acide borique est donc une solution simple qui permet depuis ce temps de lutter efficacement contre la maladie du cœur brun des

navets cultivés dans les Maritimes, le Québec, l'Ontario et la Colombie-Britannique.

En 1935, McLarty (74) et McLarty, Wilcox et Woodbridge (75), à Summerland, découvrent que pour éliminer le problème du liège externe et du cœur liégeux qui touche les pommes, il suffit d'injecter de l'acide borique dans les pommiers. Grâce à cette découverte, la production de pommes vendables fait plus que tripler. Cette seule découverte, le résultat de dix années de travaux, sauve l'industrie de la pomme de la vallée de l'Okanagan; grâce à l'utilisation régulière de bore, ces problèmes ne sont jamais réapparus. La carence en bore cause des dommages aux abricots (25), à la luzerne (76, 78) et à de nombreuses autres cultures qui, dans tous les cas, peuvent être évités par l'application de petites quantités de bore. Par ailleurs, une trop grande quantité de bore peut endommager ou même détruire toutes les cultures; en 1969, Ashby (6) résout ce problème en appliquant le bore à l'aide de capsules perforées en polyéthylène à diffusion lente, système utilisé également pour l'application de l'azote. U.C. Gupta note que seule une faible partie du bore total des sols est véritablement disponible pour les plantes. Il prépare une excellente monographie sur le bore en 1979 (29) qui résume les connaissances actuelles sur le sujet.

Manganèse

La maladie des taches grises de l'avoine, présente sur tous les continents, est causée par une carence en manganèse. Au Canada, elle a été signalée pour la première fois en 1941 par le professeur J.D. MacLachlan du Collège d'agriculture de l'Ontario à Guelph. MacLachlan montre comment une pulvérisation unique de sulfate de manganèse élimine toute manifestation de la maladie. Des symptômes semblables sont observés dès 1923 sur des parcelles d'avoine à la Ferme expérimentale centrale; des spécialistes remarquent alors qu'il suffit de stériliser le sol touché à 100 °C pendant 2,5 heures ou de le laisser sécher à la température ambiante avant le semis pour enrayer cette maladie. En 1940, la maladie des taches grises de l'avoine s'étend rapidement mais ne touche que certains cultivars. I. Timonin, Division de la bactériologie, étudie le problème et conclut que la microflore du sol a un rôle à jouer dans la plupart des cas de carence en manganèse. Grâce à des études attentives, il découvre (97) que des variétés d'avoine sensibles abritent une population dense de bactéries qui oxydent le manganèse et le rendent inutile pour les plants d'avoine. Les variétés résistantes qui abritent peu de ces bactéries se développent normalement. La stérilisation du sol et la fumigation réduisent ou détruisent complètement les bactéries oxydantes. La solution définitive au problème est de développer des cultivars d'avoine résistants à cette bactérie. Cinq ans plus tard, Wookbridge et McLarty (103), à Summerland, remarquent des pêchers et des pommiers qui souffrent de ces carences en manganèse. Ils réussissent à corriger cette situation par des pulvérisations de sulfate de manganèse sur les arbres mais, comme l'ont découvert Hill et Johnston (35) pour le magnésium, ils ne parviennent pas à corriger la situation en modifiant le coefficient de sulfate de manganèse au sol par rapport aux autres minéraux présents.

Autres oligo-éléments

Des manuels traitent des effets des carences et des toxicités d'oligo-éléments sur les plantes et sur leur valeur alimentaire pour les animaux.

Le cuivre, le fer, le molybdène, le sélénium et le zinc comptent parmi les éléments étudiés par les scientifiques de la Direction générale de la recherche d'un bout à l'autre du pays. Dans tous les cas, des façons satisfaisantes d'y remédier ont été découvertes.

Les oligo-éléments qui ne sont pas essentiels à la croissance des plantes peuvent, même en quantités minimes, causer des dommages. K. John à Agassiz (Colombie-Britannique) étudie la rétention de polluants métalliques du sol en provenance d'industries dans la vallée inférieure du Fraser. Il remarque, par exemple, que le mercure est concentré dans les racines plutôt que dans les feuilles et les graines des plantes (44). Le plomb réagit d'une manière différente puisqu'il tend à se concentrer dans les feuilles de la laitue et des épinards et dans les tubercules des radis et des carottes. Les portions comestibles du brocoli et du chou-fleur, cultivées dans les mêmes conditions, ne contiennent à peu près pas de plomb (45).

Amendements

Chaux

La chaux, qui sert à réduire l'acidité du sol, est l'un des amendements les plus courants. Depuis 1900, la chaux est de plus en plus connue. Aujourd'hui encore, les chercheurs continuent à en apprendre à son sujet. À cette époque, des hommes comme F.T. Shutt, qui étudient la chimie des sols, en apprennent beaucoup sur l'acidité des sols et ses causes et sont en mesure de fournir des renseignements sur leur mode d'amendement en vue d'obtenir un meilleur rendement. De nombreux sols humides, à profil surbaissé et de drainage déficitaire contiennent de grandes quantités de matière organique, par exemple les terres noires et les sols tourbeux. Ces sols ne contiennent aucun carbonate de calcium, ce qui les rend acides. Inversement, de nombreux sols légers situés en plateau peuvent être acides parce que les carbonates ont été lessivés et que la chaux présente a été prélevée par les cultures. Shutt prépare un certain nombre de bulletins sur ce sujet, dont le premier paraît en 1914 dans le cadre du résumé des résultats des études de C.E. Saunders sur les céréales. L'un de ses derniers bulletins (86), publié en 1928, fournit aux agriculteurs les valeurs comparées de diverses sources de chaux et donne des exemples de rendements accrus (quatre fois plus d'orge à Cap-Rouge au Québec) par suite d'applications de chaux. D'autres publications ministérielles sur le même sujet paraissent plus tard : L.E. Wright et H.S. Hammond (nº 585 en 1937), C.D.T. Cameron et L.S. Hamilton (nº 1086 en 1960), H.J. Atkinson (nº 1521 en 1974), P.B. Hoyt, M. Nyborg, et D.C. Penny (nº 1521 en 1974) et K. Bruce MacDonald (nº 1731 en 1981).

En 1914, l'une des premières expériences mises au point par le régisseur Blair à Kentville a pour objet l'application de chaux et d'engrais à une rotation de

cultures de trois ans. Blair et Leefe (15) indiquent qu'après 24 ans, l'application de calcaire est le plus important facteur unique qui influence les rendements de toutes les cultures. Ils remarquent également que plus le sol est neutralisé avec de la chaux, plus la gale de la pomme de terre est répandue. Une expérience semblable (106) débutée en 1932 à Sainte-Anne-de-la-Pocatière ne produit des rendements que légèrement supérieurs après chaulage, alors que des applications de fumier et de chaux ou toute autre combinaison incluant des engrais phosphatés triplent et quadruplent le rendement des navets sans autre amendement.

En 1957 à Nappan, sur des terres endiguées, MacLeod (62) remarque des accroissements de 10 p. 100 ou plus des rendements de grain et un accroissement incroyable du trèfle de quatre à huit fois supérieur lorsque le sol est chaulé. La quantité de chaux à appliquer pour obtenir des résultats optimums dépend de la nature du sol et des cultures. Des résultats semblables sont obtenus par Jasmin et Heeney (40) sur des sols organiques au Québec. Ils poursuivent
154 cependant leurs recherches et notent que bien que le chaulage accroisse la quantité de phosphore disponible dans le sol, il réduit la quantité d'azote, de phosphore et de potassium dans les tissus des plantes même si, comme l'on pourrait s'y attendre, les teneurs en calcium s'accroissent. Ils concluent qu'à moins d'utiliser des quantités adéquates de chaux, des applications massives d'engrais pourraient en fait être nocives à la croissance des plantes.

Il faut maintenant répondre à la question suivante : à quoi est dû l'accroissement de phosphore disponible dans le sol? Certains scientifiques montrent que les formes organiques de phosphore du sol ont subi une minéralisation dont l'ampleur dépend des diverses conditions du sol. Le taux de phosphore que dégage la forme organique à la suite de chaulage est cependant limité. Halstead, Lapensée et Ivarson (31), à l'Institut de recherches sur les sols, résolvent le problème en 1963 lorsqu'ils découvrent qu'il n'y a qu'une faible minéralisation du phosphore organique dans les sols non chaulés sur une période de neuf mois, alors que dans les sols chaulés il y a une activité microbienne accrue associée à une diminution de la quantité de phosphore organique extractible et à un accroissement du phosphore disponible dans le sol.

Le professeur F.A. Wyatt de l'Université d'Alberta sait déjà en 1945 que le chaulage des sols déboisés dans la partie centrale de sa province double le rendement de la luzerne. Mais ce n'est qu'après les travaux de Hoyt, Hennig et Dobb (38), qui étudient 28 sols de zones boisées et déboisées dans la région de Peace River, que l'on découvre que le chaulage a un effet sur les rendements de la luzerne et de l'orge suivant les conditions climatiques qui prévalent dans ces régions nordiques. Ces deux cultures sont cependant modifiées de façon différente : à moins d'appliquer un engrais phosphaté en même temps que la chaux aux cultures d'orge, les rendements diminuent alors que pour la luzerne il y a gain, peu importe si on y ajoute un engrais phosphaté ou non. Hoyt, Hennig et Dobb découvrent également que la quantité d'aluminium soluble dans les sols est étroitement liée aux rendements de luzerne et d'orge, ce qui confirme une observation faite en 1947 par V.A. Chernov, un chercheur russe. Travaillant dans

la région côtière de la Colombie-Britannique, John, Case et Van Laerhoven (46) fournissent d'autres exemples de la façon dont la chaux diminue la toxicité de l'aluminium et du manganèse, accroissant ainsi les rendements de la luzerne.

Depuis quelque temps déjà, des spécialistes du sol ont remarqué que la plupart des sols acides sont saturés en ions aluminium plutôt qu'en ions hydrogène. L'acidité du sol est donc le résultat de l'hydrolyse de l'aluminium. Des chercheurs canadiens, notamment ceux de l'Institut de recherches sur les terres, ont étudié ce phénomène en rapport avec le chaulage des sols. Turner et Clark (98) acquièrent une réputation internationale en 1966 lorsqu'ils introduisent le concept du «potentiel de chaux corrigé» pour définir le degré de saturation en base des sols. Ce concept devient le fondement des techniques utilisées à l'heure actuelle dans les laboratoires d'analyse de sol pour déterminer les «besoins en chaux» des sols. Plus récemment, Singh (89) étudie la chimie de l'aluminium mis en présence de soufre et découvre qu'une importante quantité d'aluminium se trouve sous une forme qui peut migrer dans le sol vers les cours d'eau, intoxiquant ainsi les plantes et les animaux aquatiques.

À l'Île-du-Prince-Édouard, où l'on sait que les sols sont acides et que les cultures répondent à des applications de chaux, U.C. Gupta soupçonne, d'après certaines de ses recherches antérieures et d'après d'autres études effectuées dans d'autres pays, que la réaction des plantes au molybdène pourrait bien être liée à l'acidité du sol, donc au chaulage. Son hypothèse s'avère exacte puisque, lorsqu'il la vérifie en 1969 (30), il montre que les cultures de chou-fleur et de luzerne poussent très mal dans deux des trois sols à l'essai sauf lorsqu'on y applique du molybdène et de la chaux. Dans le troisième sol, comme l'ont découvert d'autres scientifiques, le chaulage donne un certain rendement, indiquant que le sol contient déjà suffisamment de molybdène.

Un sol s'acidifie en grande partie sous l'influence des conditions climatiques ainsi que d'un certain nombre de pratiques agricoles, par exemple la fertilisation, l'irrigation et l'amélioration du drainage. Les précipitations acides menacent à l'heure actuelle d'acidifier encore plus les sols. Singh et Coote (90) ont conclu récemment que jusqu'en 1985, l'impact des précipitations acides sur les sols agricoles, donc sur les cultures, est faible comparé aux processus naturels d'acidification.

Ils précisent cependant qu'il faut continuer à observer régulièrement les doses et les quantités de polluants acides qui affectent les sols agricoles.

Fumier

Depuis des générations, la valeur des sous-produits de ferme que sont le fumier de ferme et les eaux résiduaires (voir chapitre 14) est reconnue. Bien avant le début de ce siècle, William Saunders, F.T. Shutt, J.W. Robertson et les régisseurs des quatre autres fermes expérimentales étudient les façons d'entreposer les fumiers de ferme (sous abri) et de les incorporer au sol pour améliorer leur structure et leur fertilité. Les cultures utilisées comme engrais vert, soit celles qui sont enfouies dans le sol par labourage, sont généralement des

légumineuses ou des mélanges de légumineuses et de graminées qui, comme le fumier de ferme, ajoutent des minéraux et de la matière organique au sol, améliorent sa structure et favorisent la croissance des plantes. Toutes les formes de matière organique, par exemple algues, composts de légumes et sciure de bois peuvent remplacer le fumier mais leur valeur comme amendement varie selon leur composition et leur origine.

Le fumier de ferme fait l'objet du bulletin nº 31 des fermes expérimentales du Dominion, publié par Shutt, en 1898. Ce bulletin est réimprimé plusieurs fois et révisé en 1937 par Wright et Hammond (105). Il est en fait un guide facile à consulter pour qui connaît les sols; il décrit les meilleures pratiques agricoles du jour. Pour les fumiers, ces pratiques persistent encore aujourd'hui.

Des centaines d'essais expérimentaux, incluant les travaux d'une durée de 10 ans réalisés par Woods (104), se déroulent dans les fermes, les stations expérimentales et les stations de démonstration pour approfondir le rôle du fumier de ferme dans les sols et les plantes. Woods évalue les engrais verts, le fumier et les engrais chimiques sur la production de framboises dans la vallée inférieure de la rivière Fraser (Colombie-Britannique). En enfouissant annuellement l'engrais vert dans le sol au moment des labours, il constate que les tiges de framboisiers souffrent moins du gel, et produisent davantage qu'avec l'apport de fumier et d'engrais. L'apport de fumier de ferme accroît la teneur en matière organique du sol plus que tout autre traitement mais n'a aucun effet sur le rendement des framboisiers. Certes, comme avec les applications d'engrais, la croissance des cannes augmente (respectivement de 8 et 24 p. 100) mais elles subissent mal les rigueurs de l'hiver, d'où une réduction de la production. Woods en conclut que les conditions climatiques d'Agassiz ont autant d'effet que les conditions culturelles sur le rendement des framboisiers.

Paillis

Les jardiniers et les agriculteurs du monde entier utilisent la végétation, la paille, le foin et le sol réduit en particules fines comme paillis pour réduire l'évaporation à la surface des sols et comme couverture pour freiner la croissance des mauvaises herbes. Les herbages, le foin et la paille sont ajoutés au sol pour en accroître la teneur en matière organique et ainsi en améliorer la structure et la fertilité. Le paillis que nous connaissons tous le mieux est la paille placée entre les rangées de plants de fraises pour empêcher que la terre ne vienne au contact des fruits qui mûrissent. Cependant, la paille contient souvent de nombreuses graines de mauvaises herbes et plutôt que de freiner la croissance des mauvaises herbes, elle augmente leur population.

J.J. Woods de la Station expérimentale de Saanichton, est l'un des premiers scientifiques du Canada à étudier l'utilisation de divers types de paillis pour les cultures horticoles. Vu l'abondance de la sciure de bois sur la côte ouest, il compare la sciure de bois à la paille et au foin en 1948. Avec ses collègues, il découvre que le foin et la paille améliorent considérablement la croissance des poiriers et des cerisiers. Le rendement des poiriers double, après quelques

années seulement, par rapport à la production d'un verger désherbé mécaniquement. Il note que la sciure de bois donne des résultats aussi bons, sinon meilleurs, que le foin ou la paille dans le cas des framboises de Logan et des groseilles à maquereau, ainsi que dans le cas des plantes potagères de saison fraîche comme les radis, les épinards et la laitue. Parce que la décomposition de la sciure de bois utilise l'azote du sol, il faut ajouter de l'engrais azoté. Dans le cas des fraises, les résultats sont moins bons mais d'autres, H.F. Fletcher et J.A. Freeman, à Agassiz, notent que l'application de sciure de bois entre les plants de fraises donne de bons résultats.

Vingt ans après ces travaux, les tomates de serre à l'Île Vancouver présentent des maladies transmises par le sol. Il y a deux méthodes connues pour résoudre ce problème : stériliser le sol avec un fumigant ou à la vapeur ou faire pousser les plants de tomates dans le sable, ou les nourrir à l'aide d'une solution nutritive aqueuse. Ces deux méthodes exigent cependant la manipulation de grandes quantités de sols ou de sable. Y aurait-il une méthode plus simple? E.F. Maas et R.M. Adamson de Saanichton le pensent. La sciure de bois a déjà servi de paillis; pourrait-on plutôt s'en servir comme sol? C'est un matériau léger, non contaminé et peu coûteux qui absorbe l'humidité relativement bien. Ils préparent alors une solution nutritive normale puis remplissent à moitié, avec de la sciure de bois, un certain nombre de sacs à poubelle en plastique, font un trou sur le côté de chaque sac et y placent un plant de tomates. Chaque sac est couché sur le côté sur le plancher de la serre. La solution nutritive arrive à chaque plant par des tubes de plastique. Maas et Adamson sont étonnés de leur succès! Depuis lors, la méthode a subi plusieurs améliorations. Certains producteurs utilisent de la tourbe ou des mélanges de tourbe et de sciure de bois. Cette méthode donne également de bons résultats avec d'autres cultures, notamment les concombres et les chrysanthèmes. Aujourd'hui c'est la méthode qu'utilisent presque tous les serristes dans de nombreuses régions du Canada et des États-Unis (52).

SALINITÉ

L'accumulation excessive de sulfate de calcium (gypse), de sulfate de magnésium (sel d'Epsom), de sulfate de sodium (sel de Glauber), de sulfate de potassium et d'autres sels dans les solutions aqueuses entraîne une réduction de la croissance des plantes, et parfois même empêche toute croissance. Dans les provinces des Prairies, 80 000 ha de terres irriguées et 2 millions d'hectares de terres non irriguées sont salines (92).

Les principales causes de salinisation, dans les zones irriguées, sont l'infiltration de l'eau des canaux, de mauvaises pratiques d'irrigation (habituellement une irrigation excessive) et un drainage inadéquat. Sur les terres non irriguées, les principales causes sont les régimes météorologiques qui font qu'un excès d'eau retourne aux racines dans les zones où la situation est déjà aggravée par l'introduction de cultures céréalières à la place de la végétation naturelle, la mise en jachère de ces terres céréalières et des obstacles anthropiques qui font

que l'eau s'accumule et ne se draine pas. L'eau en trop grande quantité dissout, transporte et concentre les sels dans le sol, généralement dans les terres basses. L'eau qui n'est pas utilisée par les cultures rejoint la nappe phréatique et en hausse le niveau. Lorsqu'elle arrive à moins de 100 mm de la surface du sol, l'eau est attirée à la surface par action capillaire et y apporte des sels. À la surface, l'eau s'évapore et les sels demeurent. Comme les plantes utilisent l'eau, l'eau et les sels sont attirés en quantité de plus en plus grande vers la zone des racines et s'y concentrent. La salinisation est un problème grave dans les terres irriguées et non irriguées puisque 4 p. 100 des terres arables d'Alberta sont irriguées et que ces terres produisent 20 p. 100 des récoltes de la province, c'est dans les sols irrigués que la salinité pose le plus de problème sur le plan économique.

En 1900, lorsque l'on commence à irriguer les terres dans le sud de l'Alberta, des spécialistes du sol des États-Unis préviennent les agriculteurs des dangers possibles de la salinisation. Vu la longueur des hivers au pays, les chercheurs canadiens sont cependant d'avis que la salinisation ne deviendra pas un problème. Mis à part quelques endroits où les canaux d'irrigation fuient et se déversent dans des bassins non drainés, ils ont raison...pendant environ 50 ans. Puis, au début des années 1960, des zones salines commencent à apparaître sur des terres irriguées et des terres non irriguées et aujourd'hui, la salinisation est un problème grave.

Des scientifiques de Swift Current et de Lethbridge étudient des façons d'atténuer la salinisation, de la prévenir et de la corriger. Il s'agit d'un problème qui se manifeste là où l'eau est appliquée en surface pour irriguer des sols, notamment dans des zones arides et semi-arides des États-Unis, du Mexique, du Chili, de l'Australie, de l'Iran, du Pakistan, de l'Inde, de l'U.R.S.S et de la Chine. Sommerfeldt et MacKay (91) concluent qu'il suffisait de cesser de pratiquer la jachère d'été, de changer de cultures et de cultiver des fourrages vivaces, d'enlever ce qui retient l'eau et la neige et d'utiliser l'eau de drainage pour l'irrigation, pour que dans la plupart des cas, le problème de salinité s'arrête et même diminue dans les zones d'aridoculture. Dans le cas des zones irriguées, Sommerfeldt et Rapp (92) mettent l'accent sur le besoin urgent d'un bon drainage suivi d'un lessivage par des irrigations abondantes et successives et le semis de plantes halophytes, notamment l'orge, les agropyres et le mélilot. McElgunn et Lawrence (71) étudient la tolérance au sel de plusieurs espèces fourragères et notent que l'agropyre allongé (*Agropyron elongatum*) et l'élyme étroite (*Elymus angutus*) sont plus tolérants qu'un certain nombre d'autres espèces.

D'autres études effectuées par Jamie *et al.* (39) à Swift Current indiquent que lorsque des eaux usées salines sont mal utilisées, le lessivage ne réussit pas à déloger les sels. Cependant, lorsque le drainage est adéquat, on obtient des profils de salinité à l'équilibre dans la plupart des sols et la croissance des plantes se fait bien.

Le problème de la salinisation des sols n'est pas encore bien défini dans le contexte canadien mais y travaillent à l'heure actuelle de nombreux spécialistes

du sol dans les universités, les ministères provinciaux de l'Agriculture et la Direction générale de la recherche.

TERRES ENDIGUÉES

Les terres endiguées du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle-Écosse sont en fait des marais littoraux qui ont été formés au cours des siècles par chacune des marées descendantes de la baie de Fundy qui laissaient derrière elles une riche accumulation de limon. Baird (9) rapporte que dès 1604, des colons acadiens enlèvent des terres à la mer en construisant des digues de boues et en asséchant par drainage les estrans. Aujourd'hui, 32 000 ha sont endigués et 4 000 à 6 000 ha de plus pourraient également l'être. On élève du bœuf sur les terres endiguées depuis leur formation jusqu'en 1892, alors que les Britanniques mettent un embargo sur l'importation du bétail canadien. Bien que le marché domestique pour le bœuf se développe, la demande pour le foin est supérieure; le foin demeure la principale denrée animale produite jusqu'à ce que son prix chute en 1933. En conséquence, les agriculteurs abandonnent les digues que la mer vient balayer. Les fossés de drainage se remplissent de boues et il devient impossible de cultiver dans la zone.

En 1943, E.S. Archibald, directeur des fermes expérimentales, pressé par le Comité sur le bétail d'embouche des Maritimes et les ministères de l'Agriculture de la Nouvelle-Écosse et du Nouveau-Brunswick de les aider à sauver les terres endiguées, rencontre les représentants des deux groupes pour décider ce qu'il faut faire pour redonner à cette zone le potentiel agricole qu'elle a perdu. Archibald crée le Comité de remise en valeur des terres endiguées des Maritimes dont les membres sont des propriétaires de cette zone, des représentants des ministères provinciaux de l'Agriculture du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle-Écosse et des représentants du ministère canadien de l'Agriculture. Le comité élit comme directeur W.W. Baird, régisseur de la Ferme expérimentale de Nappan. Le comité profite des conseils de B. Russell et de L.B. Thomson qui ont tous deux participé à la création de l'ARAP et travaillé à la remise en valeur de terres agricoles dans les provinces de l'Ouest. Le comité reçoit 10 000 $ d'Archibald pour étudier la région et cet automne-là, il examine plus de 6 000 ha. Durant les 4 années suivantes, Baird dirige 130 projets de reconstruction des digues au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse. Les travaux sont financés conjointement par les propriétaires, les deux provinces et le gouvernement du Canada.

La propriété originale de la Ferme expérimentale de Nappan, achetée en 1887, comporte 28 ha de terres endiguées formées de vallons étroits entrecoupés de canaux de drainage. En 1917, les vallons sont élargis, le nombre de canaux réduit et la surface cultivée accrue. Certaines des premières expériences montrent que les sols des terres endiguées contiennent plus d'azote, de phosphore, de magnésium, de potasse et de manganèse que les sols des terres plus hautes. Le foin cultivé sur les terres endiguées contient donc plus de protéine et de cendre (minéraux) que le foin cultivé ailleurs. De nombreuses

autres expériences portant sur l'application de fumier et d'engrais, des méthodes de cultures et des types et des variétés de cultures, permettent au comité de conseiller aux agriculteurs des pratiques appropriées pour leurs terres remises en valeur.

Le comité Baird, probablement avec l'appui sans réserve d'Archibald, persuade le gouvernement du Canada d'adopter en 1948 la Loi sur l'utilisation des terrains marécageux des provinces Maritimes. Conformément à cette loi, le gouvernement fédéral est responsable de la construction des principales digues de protection, et les provinces et les propriétaires des coûts du drainage des terres et d'utilisation. Entre 1948 et 1968, des digues de protection sont construites dans toutes les principales régions côtières de la baie de Fundy. Malheureusement, les terres ne sont pas aussi exploitées que prévu (55), en grande partie parce que les machines agricoles modernes ne peuvent être utilisées sur les terres aménagées de systèmes de drainage ouverts. Ce problème incite les scientifiques à se pencher de nouveau sur les questions de la fertilité et du drainage des sols.

Les premières expériences sur la fertilité et le drainage des sols sont mises sur pied à Nappan en 1922. À cette époque, on creuse à la main des fossés étroits à parois verticales espacés d'environ une chaîne (22 m). Trente ans plus tard, certains dalots sont formés en bombant la terre entre les fossés, ce qui élimine le besoin des fossés à parois verticales. Les dépressions peu profondes entre les dalots servent de canaux pour le drainage de l'eau et permettent aux machines agricoles de se déplacer dans une direction ou une autre. Il s'agit là d'une méthode simple et efficace mais coûteuse de résoudre le problème. Peu après le début du programme de reconstruction dans le cadre de la nouvelle Loi sur l'utilisation des terrains marécageux des provinces Maritimes, des scientifiques de la Ferme expérimentale de Nappan font des expériences au cours desquelles ils installent des tuyaux au fond des fossés de drainage, les recouvrent de terre ce qui cause des dépressions au-dessus des tranchées de drainage. Le système fonctionne bien pendant quelques années jusqu'à ce que du limon bouche les tuyaux au point de les rendre non fonctionnels. D'autres expériences montrent que si la configuration du sol est bien formée, des zones de terres basses atteignant 50 m de largeur donnent de bons résultats même si elles ne sont pas drainées par des tuyaux. Ces travaux, la remise en valeur des digues et la constuction des principaux canaux de drainage ont redonné leur potentiel agricole aux milliers d'hectares de terres endiguées autour de la baie de Fundy. Ces terres fournissent le foin, le pâturage et certaines céréales secondaires au bétail d'élevage et à l'industrie laitière des Maritimes.

SOLS TOURBEUX

Le Canada possède 130 millions d'hectares, soit l'équivalent de 14 p. 100 de sa superficie, en terres tourbeuses non différenciées, dont une partie est présentement utilisée. Les 10 provinces et les deux territoires possèdent tous des sols tourbeux mais c'est au Québec et en Ontario qu'ils sont les mieux utilisés à

cause de la proximité des zones densément peuplées et à cause de leur climat plus favorable à la croissance des plantes par rapport aux autres régions du Canada.

F.T. Shutt, premier directeur de la Division de la chimie, commence à étudier les dépôts de boues et de tourbes peu après sa nomination en 1886. Il constate que l'incorporation de cette matière à des sols en améliore la qualité et en 1933, avec L.E. Wright, un de ses collègues, il publie un bulletin complet sur le sujet (88). Ils en connaissent beaucoup sur la variabilité des tourbières et des sols tourbeux et se rendent compte qu'il est essentiel d'analyser ces sols avant de pouvoir les utiliser pour la production agricole.

À partir des travaux de Shutt et en empruntant et en adaptant des idées venues d'ailleurs, des scientifiques canadiens apprennent à exploiter ces sols organiques. En 1937, des scientifiques de la Division des stations de démonstration terminent des expériences dans plusieurs tourbières. Leurs conclusions montrent que la pratique courante consistant à brûler les couches supérieures de tourbe de 100 à 200 mm après déboisement réduit les rendements de maïs et de pommes de terre d'environ 50 p. 100. Les rendements de la plupart des cultures augmentent à la suite d'applications de potassium, et dans certains cas, de bore. En 1939, la sous-station expérimentale de Sainte-Clothilde est créée, par suite des résultats des études menées à la Division des stations de démonstration. À Sainte-Clothilde, les études portent sur la subsidence des sols, le drainage, le compactage, les pesticides, la sélection de cultivars et la fertilité des sols. Jasmin et Heeney (40) montrent que pour les carottes et les oignons, la dose de chaux nécessaire est de 10 t/ha mais que pour les pommes de terre, elle n'est que de 3,4 t/ha. En 1977, Jasmin *et al.* (42) présentent un résumé de 40 ans de recherche à Sainte-Clothilde.

À Saint-Jean au Québec, Jasmin et Hamilton (43) montrent que la disponibilité des éléments nutritifs pour les plantes est différente dans les sols organiques et dans les sols minéraux. Dans les sols minéraux, l'apport de chaux réduit l'acidité mais dans les sols tourbeux, la chaux est souvent utilisée plutôt pour apporter du calcium aux plantes que pour réduire l'acidité du sol. Pour une bonne croissance des plantes, il faut appliquer d'autres éléments minéraux, du phosphore et du potassium par exemple, et des oligo-éléments. La question de l'azote est cependant différente; ces sols contiennent généralement plus de 80 p. 100 de matière organique qui se décompose par l'action microbienne en produisant de l'azote. La température, l'acidité et les niveaux d'humidité du sol jouent un rôle sur l'activité microbienne et la disponibilité de l'azote. Dans les cas où l'activité microbienne est trop importante, l'azote disponible peut diminuer au point où il faut en ajouter au début du printemps.

Des études, effectuées sur des sols tourbeux à la Station de recherches de Saint-Jean Ouest (Terre-Neuve), portent sur la production de plantes fourragères et de légumes et comportent des expériences sur le drainage, l'évaluation des cultivars, la fertilité et la lutte contre les mauvaises herbes. Rayment et Campbell (80) concluent de ces études que pour la culture des légumes, il faut des canaux recouverts plutôt qu'ouverts à cause du grand nombre de fossés

requis pour canaliser les précipitations élevées que connaît Terre-Neuve. Ils remarquent que le billonnage des sols favorise, sur de faibles superficies, le drainage et l'aération nécessaires à une production accrue de légumes. Des études effectuées par O.A. Olsen entre 1958 et 1960 montrent que la production de légumes dans les sols tourbeux de Terre-Neuve est égale ou supérieure à celle observée dans les sols minéraux et que des applications d'oligo-éléments sont essentielles.

La production de fourrage représente le potentiel le plus prometteur pour la culture extensive des sols tourbeux de Terre-Neuve; des études ont permis de déterminer des exigences en drainage et en engrais (81) compatibles avec la production économique de pâturages et d'aliments du bétail pour l'hiver.

La mise en valeur du Bradford Marsh, au nord de Toronto (Ontario), et la solution des problèmes associés à la production de légumes dans ce marécage ont été accomplis en collaboration avec l'Université de Guelph et le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario.

Des sols organiques sont également exploités à l'heure actuelle en Colombie-Britannique, au Manitoba, au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse. Les tourbes et les tourbières, bien que sous-utilisées au Canada, sont des ressources naturelles précieuses qui devront être développées avec grand soin pour que les générations futures puissent en profiter.

Bibliographie

1. Anderson, C.H., 1963. The precision of rod-row tests with barley grown at three topographical locations as influenced by alleviating a phosphorus deficiency. Can. J. Plant Sci. 43:519–521.
2. Anderson, C.H., 1975. A history of soil erosion by wind in the Palliser triangle of western Canada. Agric. Can., Sér. hist. nº 8, 25 p.
3. Anderson, D.T., 1961. Surface trash conservation with tillage machines. Can. J. Soil Sci. 41:99–114.
4. Anonyme, 1961. PFRA, the story of conservation on the prairies. Imprimeur de la Reine, Ottawa, 71 p.
5. Anonyme, 1969. Prairie resources and PFRA. Imprimeur de la Reine, Ottawa, 78 p.
6. Ashby, D.L., 1969. Controlled release of magnesium, zinc, boron and nitrogen from polyethylene capsules. Can. J. Plant Sci. 49:555–568.
7. Ashby, D.L.; Stewart, J.A., 1969. Magnesium deficiency in tree fruits as related to leaf concentration of magnesium, potassium and calcium. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 94:310–313.
8. Bailey, L.D.; Spratt, E.D.; Read, D.W.L.; Warder, F.G.; Ferguson, W.S., 1977. Residual effects of phosphorus fertilizer. II. For wheat and flax grown on chernozemic soils in Manitoba. Can. J. Soil Sci. 57:263–270.
9. Baird, W.W., 1954. Report on dykeland reclamation 1913 to 1952. Ferme expérimentale de Nappan (N.-É.), 63 p.
10. Barnes, S., 1934. Legumes and the nitrogen problem in the dry farming areas of western Canada. Sci. Agric. XIV:459–465.
11. Beaton, J.D.; Read, D.W.L.; Hinman, W.C., 1962. Phosphorus uptake by alfalfa as influenced by phosphate source and moisture. Can. J. Soil Sci. 42:254–265.
12. Biederbeck, V.D.; Campbell, C.A., 1973. Soil microbial activity as influenced by temperature trends and fluctuations. Can. J. Soil Sci. 53:363–376.
13. Biederbeck, V.D.; Campbell, C.A.; Zenther, R.P., 1984. Effect of crop rotation and fertilization on some biological properties of a loam in southwestern Saskatchewan. Can. J. Soil Sci. 64:355–367.
14. Bishop, R.F.; MacEachern, C.A.; MacKay, C.C., 1967. The relation of soil test values to fertilizer response by the potato. IV. Available phosphorus and phosphatic fertilizer requirements. Can. J. Soil Sci. 47:175–185.
15. Blair, W.S.; Leefe, J.S., 1939. Influence of lime in crop rotation with a note on the occurrence of boron deficiency in mangels. Sci. Agric. XIX:330–341.
16. Bole, J.B.; Pittman, U.J., 1980. Spring soil water, precipitation, and nitrogen fertilizer. Effect on barley yield. Can. J. Soil Sci. 60:461–469.
17. Bourdon, Mary B., 1984. Station de recherches de Charlottetown, 1909–1984. Agric. Can., Sér. hist. nº 19, 82 p.
18. Campbell, C.A.; Read, D.W.L.; Zentner, R.P.; Leyshon, A.J.; Ferguson, W.S., 1983. First 12 years of a long-term crop rotation study in southwestern Saskatchewan—yields and quality of grain. Can. J. Plant Sci. 63:91–108.
19. Doughty, J.L.; et al., 1943. Report of investigations, soil research laboratory, Swift Current, min. d'Agric. de la Sask., 63 p.
20. Doughty, J.L.; Cook, F.D.; Warder, F.G., 1954. Effect of cultivation on the organic matter and nitrogen of brown soils. Can. J. Agric. Sci. 34:406–411.
21. Dubetz, S., 1983. Ten-year irrigated rotation U. 1911–1980. Agric. Can. Contrib. nº 1983–21, 17 p.

22. Dubetz, S.; Oosterveld, M., 1979. Sixty-six-year trends in irrigated yields—barley, wheat, and oats. Can. J. Plant Sci. 59:685–689.
23. Ferguson, W.S.; Gorby, B.J., 1964. Effect of straw on availability of nitrogen to cereal crops. Can. J. Soil Sci. 44:286–291.
24. Ferguson, W.S.; Gorby, B.J., 1967. The effect of soil catena and phosphorus on the yield of wheat in western Canada. Can. J. Soil Sci. 47:39–48.
25. Fitzpatrick, Randal E.; Woodbridge, C.G., 1941. Boron deficiency in apricots. Sci. Agric. 22:271–273.
26. Freyman, S.; Palmer, C.J.; Hobbs, E.H.; Dormaar, J.F.; Schaalje, G.B.; Moyer, J.R., 1981. Yields trends on long-term dryland wheat rotations at Lethbridge. Can. J. Plant Sci. 61:609–619.
27. Gray, J.H., 1978. Men against the desert. Western Producer Prairie Books, Saskatoon, 270 p.
28. Guitard, A.A., 1960. The precision of rod-row trials with wheat as influenced by alleviating a phosphorus deficiency. Can. J. Plant Sci. 40:539–541.
29. Gupta, Umesh C., 1979. Boron nutrition of crops. Adv. Agron. 31:273–307.
30. Gupta, Umesh C., 1969. Effect and interaction of molybdenum and limestone on growth and molybdenum content of cauliflower, alfalfa, and bromegrass on acid soils. Soil Sci. Soc. Am. 33:929–932.
31. Halstead, R.L.; Lapensée, J.M.; Ivarson, K.C., 1963. Mineralization of soil organic phosphorus with particular reference to the effect of lime. Can. J. Soil Sci. 43:97–106.
32. Halstead, R.L.; MacLean, A.J.; Lutwick, L.E., 1956. Availability of phosphorus in soils pre-treated with superphosphate. Can. J. Agric. Sci. 36:471–482.
33. Halstead, R.L.; MacLean, A.J.; Nielsen, K.F., 1958. Ca:Mg ratios in soil and the yield and composition of alfalfa. Can. J. Agric. Sci. 38:85–93.
34. Heeney, H.B.; Bishop, R.F.; Hill, H., 1955. The relationship of soil phosphorus tests to crop yield and to the requirement of the tomato for phosphatic fertilizer. Can. J. Agric. Sci. 35:11–18.
35. Hill, H.; Johnston, F.B., 1940. Magnesium deficiency of apple trees in sand culture and in commercial orchards. Sci. Agric. XX:516–525.
36. Hopkins, E.S.; Palmer, E.A.; Chepil, W.S., 1964. Soil drifting control in the prairie provinces. Dom. Can. Dep. Agric., Publ. 568 rev. 4, 59 p.
37. Horton, H.A., 1938. Magnesium relations in new belt tobacco soils. The Lighter 8(2):11–15.
38. Hoyt, P.B.; Hennig, A.M.; Dobb, J.L., 1967. Response of barley and alfalfa to liming of solonetzic, podzolic and gleysolic soils of the Peace River region. Can. J. Soil Sci. 47:15–21.
39. Jamie, Y.W.; Biederbeck, V.D.; Nicholaichuk, W.; Korven, H.C., 1964. Salinity and alfalfa yield under effluent irrigation in southwestern Saskatchewan. Can. J. Soil Sci. 64:323–332.
40. Jasmin, J.J.; Heeney, H.B., 1962. The effect of lime on the status of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, and magnesium in a few vegetables grown on acid peat soils. Can. J. Plant Sci. 42:445–451.
41. Jasmin, J.J.; Heeney, H.B.; Touchot, R., 1964. Potassium and phosphorus accumulation in organic soil and their influence on potato crops. Can. J. Soil Sci. 44:280–285.
42. Jasmin, J.J.; Hamilton, H.A.; Millette, J.; Hogue, E.J.; Bernier, R. 1977. Mise en production des sols organiques. Agric. Can., Bull. tech. nº 11, 38 p.

43. Jasmin, J.J.; Hamilton, H.A., 1980. Vegetable production on organic soils in Canada. Pages 51–58 *in* The diversity of peat. Newfoudland and Labrador Peat Assoc.
44. John, Matt K. 1972. Mercury uptake from soil by various plant species. Environ. Contam. Toxicol. 8(2):77–80.
45. John, Matt K., 1972. Lead distribution in plants grown on a contaminated soil. Environ. Lett. 3(2):111–116.
46. John, Matt K.; Case, V.W.; Van Laerhoven, C., 1972. Liming of alfalfa (*Medicago sativa* L.) I. Effect on plant growth and soil properties. Plant Soil 37:353–361.
47. Kilcher, M.R.; Smoliak, S.; Hubbard, W.A.; Johnston, A.; Gross, A.T.H.; McCurdy, E.V., 1965. Effects of inorganic nitrogen and phosphorus fertilizers on selected sites of native pressland in western Canada. Can. J. Plant Sci. 45:229–237.
48. Lawrence, T.; Heinrichs, D.H., 1968. Long-term effects of row spacing and fertilizer on the productivity of Russian wild ryegrass. Can. J. Plant Sci. 48:75–84.
49. Lehane, J.J.; Staple, W.J., 1965. Influence of soil texture, depth of soil moisture storage and rainfall distribution on wheat yield in southwestern Saskatchewan. Can. J. Soil Sci. 45:207–219.
50. Lindwall, C.W.; Anderson, D.T., 1977. Effects of different seeding machines on spring wheat production under various conditions of stubble residue and soil compaction in no-till rotations. Can. J. Soil Sci. 57:1077–1083.
51. Lindwall, C.W.; Dubetz, S., 1983. Conservation tillage. Pages 121–129 *in* Second Annu. Western Prov. Conf. Ration. Water Soil Res. Manage., Saskatoon.
52. Maas, E.F.; Adamson, R.M., 1978. Soilless culture of commercial greenhouse tomatoes. Min. d'Agric. du Can., Publ. nº 1460, 29 p.
53. Maas, E.F.; Webster, G.R.; Gardner, E.H.; Turley, R.H., 1962. Yield response, residual nitrogen and clover content of an irrigated grass–clover pasture as affected by various rates and frequencies of nitrogen application. Agron. J. 54:212–214.
54. MacEwan, Grant, 1983. Charles Noble guardian of the soil. Western Producer Prairie Books, Saskatoon (Saskatchewan), 208 p.
55. MacIntyre, T.M.; Jackson, L.P., 1975. Dikeland drainage and land forming. Ferme exp. de Nappan (N.-É.), Agric. Can., 19 p.
56. Mack, A.R., 1962. Low-temperature research on nitrate release from soil. Nature (London) 193:803–804.
57. MacKay, D.C.; Langille, W.M.; Chipman, E.W., 1962. Boron deficiency and toxicity in crops grown on sphagnum peat moss. Can. J. Soil Sci. 42:302–310.
58. MacKay, D.C.; MacEachern, C.R.; Bishop, R.F., 1964. The relation of soil test values to fertilizer response by the potato. III. Exchangeable potassium and potassium fertilizer requirements. Can. J. Soil Sci. 44:310–318.
59. MacKay, D.C.; Munro, D.C., 1964. Soil fertility in the Atlantic region. Agric. Inst. Rev. 19(6):16–19.
60. MacLean, A.J.; Bishop, R.F.; Lutwick, L.E., 1953. Fertility studies on soil types. III. Phosphorus supply and requirement as shown by greenhouse studies and laboratory tests. Can. J. Agric. Sci. 33:330–341.
61. MacLean, A.J.; Bishop, R.F.; Lutwick, L.E., 1954. Fertility studies on soil types. IV. Potassium supply and requirement as shown by greenhouse studies and laboratory tests. Can. J. Agric. Sci. 34:374–384.
62. MacLeod, L.B., 1958. The liming of dikeland soils. Can. J. Soil Sci. 38:69–76.
63. MacLeod, D.J.; Howatt, J.L., 1934. The control of brown heart in turnips. Sci. Agric. 15:435.

64. MacLeod, D.J.; Howatt, J.L., 1934. Magnesium deficiency in potatoes. Sci. Agric. 15:435.
65. MacLeod, L.B., 1965. Effect of nitrogen and potassium on the yield, botanical composition, and competition for nutrients in three alfalfa–grass associations. Agron. J. 57:129–134.
66. MacLeod, L.B.; Bradfield, Richard, 1964. Greenhouse evaluation of the relative importance of lime and potassium for the establishment and maintenance of alfalfa and orchardgrass seedlings. Agron. J. 56:381–386.
67. MacLeod, L.B.; Carson, R.B., 1969. Effects on N, P, and K and their interactions on the nitrogen metabolism of vegetative barley tissue and on the chemical composition of grain in hydroponic culture. Agron. J. 61:275–278.
68. Mason, J.L., 1968. Effect of cultivation and nitrogen on fruit quality, yield and color of McIntosh apples grown in irrigated grass sod cover crop. Can. J. Plant Sci. 49:149–154.
69. Mason, J.L.; Miltimore, J.E., 1964. Effect of nitrogen content of beardless wheatgrass on yield response to nitrogen fertilization. J. Range Manage. 17:145–147.
70. McElgunn, J.D.; Lawrence, T., 1973. Salinity tolerance of Alti wild ryegrass and other forage grasses. Can. J. Plant Sci. 53:303–307.
71. McEvoy, E.T., 1954. The relation of ammonium and sulphate ions to magnesium deficiency in tobacco. Can. J. Agric. Sci. 34:281–287.
73. McKeague, J.A.; Stobbe, P.C., 1978. History of soil survey in Canada 1914–1975. Agric. Can. Sér. hist. nº 11, 30 p.
74. McLarty, H.R., 1936. Tree injections with boron and other materials as a control of drought spot and corky core of apple. Sci. Agric. 16:625–633.
75. McLarty, H.R.; Wilcox, J.C.; Woodbridge, C.G., 1936. The control of drought spot and corky core of the apple in British Columbia. Pages 142–146 *in* Proc. 32 Annu. Meet. Wash. State Hortic. Assoc., Yakima, Wash.
76. McLarty, H.R.; Wilcox, J.C.; Woodbridge, C.G., 1937. A yellowing of alfalfa due to boron deficiency. Sci. Agric. XVII:515–517.
77. Nielsen, K.F.; Halstead, R.L.; MacLean, A.J., 1967. Ion interactions in oats as affected by additions of nitrogen, phosphorus, potassium, chlorine, and sulfur. Soil Sci. 104:35–39.
78. Ouellette, G.J.; Lachance, R.O., 1954. Soil and plant analysis as means of diagnosing boron deficiency in alfalfa in Quebec. Can. J. Agric. Sci. 34:494–503.
79. Palmer, Asael E., non daté. When the winds came. A.E. Palmer, Lethbridge (Alb.), 57 p.
80. Rayment, A.F.; Campbell, J.A., 1980. The influence of different drainage techniques on water outflow, soil aeration and crop growth of a Newfoudland peat. Pages 451–454 in Proc. 6th Int. Peat Congr., Duluth, Minn.
81. Rayment, A.F.; Penney, B.G., 1979. The agricultural potential of Newfoudland peat soils. Pages 39–50 in The diversity of peat. Newfoudland and Labrador Peat Assoc.
82. Read, D.W.L., 1966. Relationship of soil phosphorus to fertilizer response on irrigated forage. Agron. J. 58:225–226.
83. Read, D.W.L.; Spratt, E.D.; Bailey, L.D.; Warder, F.G., 1977. Residual effects of phosphorus fertilizer. I. For wheat grown on four chernozermic soil types in Saskatchewan and Manitoba. Can. J. Soil Sci. 57:255–262.
84. Ripley, P.O., 1969. Crop rotation and productivity. Agric. Can., Publ. 1376, 78 p.
85. Shutt, Frank T., 1925. Influence of grain growing on the nitrogen and organic matter content of western prairie soils in Canada. Agric. Can. Bull. nº 44, n.s., 15 p.

86. Shutt, Frank T., 1928. Lime in agriculture. Bull. des fermes exp. du Dom. nº 186, n.s., 15 p.
87. Shutt, Frank T.; Charron, A.T., 1905. Recent experiments in the nitrogen-enrichment of soils. Trans. R. Soc. Can. Ser. II, 11(Sect. 3):73–78.
88. Shutt, Frank T.; Wright, L.E., 1933. Peat, muck and mud deposits, their nature, composition and agricultural uses. Bull. des fermes exp. du Dom. nº 124, n.s., 27 p.
89. Singh, S. Shah, 1984. Increase in neutral salt extractable cation exchange capacity of some acid soils as affected by $CaSO_4$ application. Can. J. Soil Sci. 65:153–161.
90. Singh, S.S.; Coote, D.R., 1985. Effects of acid rain on agriculture. Agrologist 14:2:23–24.
91. Sommerfeldt, T.G.; MacKay, D.C., 1982. Dryland salinity in a closed drainage basin at Nobleford, Alberta. J. Hydrol. 55:25–41.
92. Sommerfeldt, T.G.; Rapp, E., 1982. Management of saline soils. Agric. Can., Publ. 1624, 31 p.
93. Sparrow, Herbert O., 1984. Soil at risk, Canada's eroding future. The Senate of Canada, Ottawa, 129 p.
94. Spence, George, 1967. Survival of a vision. Imprimeur de la Reine, Ottawa, 167 p.
95. Spratt, E.D.; McCurdy, E.V., 1966. The effect of various long-term soil fertility treatments on the phosphorus status of a clay chernozem. Can. J. Soil Sci. 46:29–35.
96. Taylor, E.M.; Howatt, J.L., 1937. Magnesium in field crop production in New Brunswick. Sci. Agric. XVII:294–298.
97. Timonin, M.I., 1946. Microflora of the rhizosphere in relation to the manganese-deficiency disease of oats. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 11:284–292.
98. Turner, R.C.; Clark, J.S., 1966. Lime potential in acid clay and soil suspensions. Trans. Comm. II & IV, Int. Soc. Soil Sci., p. 208–215.
99. Ward, G.M., 1959. Potassium in plant metabolism. II. Effect of potassium upon the carbohydrate and mineral composition of potato plants. Can. J. Plant Sci. 39:246–252.
100. .Ward, Gordon M.; Miller, Marcia J., 1968. Magnesium deficiency in greenhouse tomatoes. Can. J. Plant Sci. 49:53–59.
101. Wilcox, J.C.; Hoy, B.; Palmer, R.C., 1947. Orchard fertilizer tests in the Okanagan Valley. Sci. Agric. 27:116–129.
102. Woodbridge, C.G., 1955. Magnesium deficiency in apple in British Columbia. Can. J. Agric. Sci. 35:350–357.
103. Woodbridge, C.G.; McLarty, H.R., 1951. Manganese deficiency in peach and apple in British Columbia. Sci. Agric. 31:435–438.
104. Woods, J.J., 1942. The effect of green crops and manurial treatments in raspberries. Sci. Agric. 23:247–250.
105. Wright, L.E.; Hammond, H.S., 1937. Manures, fertilizers and soil amendments. Their nature, function and use. Min. d'Agric. du Dom., Publ. 585, 70 p.
106. Wright, L.E.; Pelletier, J.R.; Ripley, P.O., 1949. Soil fertility studies I. Manure, fertilizers and lime for field crops at Sainte-Anne-de-la-Pocatière, P.Q. Sci. Agric. 29:128–136.
107. Zentner, R.P.; Read, D.W.L., 1977. Fertilization decisions and soil moisture in the brown soil zone. Can. Farm Econ. 12:8–13
108. Zentner, R.P.; Campbell, C.A.; Read, D.W.L.; Anderson, C.H., 1984. An economic evaluation of crop rotations in southwestern Saskatchewan. Can. J. Agric. Econ. 32:37–54.

Chapitre 14
Recherche sur l'eau

Au Canada, les agriculteurs irriguent plus de 600 000 ha de terres. Presque 10 fois plus de terres sont drainées ou protégées par des installations destinées à la lutte contre les inondations. Malgré cela, la superficie de terres irriguées et drainées ne représente qu'une petite partie des 43 millions d'hectares de terres agricoles améliorées du Canada. Certaines régions, comme la vallée de l'Okanagan en Colombie-Britannique, ne sont productives qu'irriguées. D'autres terres, dans le sud de l'Alberta et de la Saskatchewan par exemple, ont besoin d'irrigation pour stabiliser la production et pour produire des cultures plus rentables comme la betterave à sucre et les légumes. Ailleurs encore, comme dans le sud-ouest de l'Ontario et la région côtière de la Colombie-Britannique, les terres nécessitent une irrigation supplémentaire, surtout dans les années de sécheresse. Partout où l'on a recours à l'irrigation, il faut drainer l'excédent d'eau; il en est de même dans les basses-terres près des cours d'eau naturels. Les recherches sur l'irrigation ont été entreprises surtout dans les régions d'extrême sécheresse comme à Swift Current en Saskatchewan, à Lethbridge en Alberta et à Summerland en Colombie-Britannique. Des recherches sur le drainage ont été effectuées dans diverses stations disséminées dans tout le Canada.

IRRIGATION

Les Grandes plaines

La plupart des recherches actuelles menées en agriculture ont été initiées soit par William Saunders, soit par Frank T. Shutt. Ce chapitre débute avec Shutt qui, en 1916, a participé à des recherches dans le but de savoir si certains sols se prêtaient à l'irrigation. Après avoir examiné les sols du sud de l'Alberta et de la Saskatchewan dans ce même but, le Service de la remise en valeur des sols, rattaché au ministère fédéral de l'Intérieur les classe en deux catégories en fonction de leur topographie : les sols irrigables et les sols non irrigables. Il part du principe que, pour irriguer un terrain par submersion ou par rigoles d'infiltration, il faut que celui-ci soit plat; un terrain vallonné ne pourrait pas être irrigué de façon économique. Les pédologues du Service de la remise en valeur des sols savaient qu'à une profondeur d'environ 18 pouces (45 cm), il pourrait y avoir des alcalis qui, une fois irrigués, pourraient remonter à la surface. Shutt, comme chef de la Division de la chimie rattachée à la Direction générale des fermes expérimentales, a été chargé de déterminer les risques d'une irrigation des loams argileux lourds du sud de l'Alberta et de la Saskatchewan.

En 1923, Shutt et Macoun (30) ont présenté leur rapport final sur les essais commencés en 1916 à la ferme de démonstration du Canadien Pacifique à Tilley,

en Alberta. Shutt et Macoun ont prélevé des échantillons de sol à chacun des quatre niveaux jusqu'à une profondeur de 5 pieds (1,5 cm) dans deux champs différents qui, à partir de 1915, ont été irrigués trois fois par an. Au cours de chacune des 6 années suivantes, des échantillons similaires ont été prélevés sur ces deux mêmes sites et soumis à des analyses pour le dosage des sels. Parallèlement à cette expérience, les deux chercheurs ont choisi plusieurs paires de parcelles chaque année à partir de 1917, l'une produisant une bonne récolte et l'autre, située à moins de 35 pieds (10 m) de distance, produisant une mauvaise récolte ou n'en produisant pas du tout. Ils ont prélevé des échantillons de sol annuellement dans chaque parcelle et dans un endroit situé à mi-chemin des deux et les ont analysé pour le dosage des sels pour déterminer le seuil de tolérance d'une plante normale aux alcalis.

Shutt et Macoun ont conclu que le sol de la surface était exempt d'alcalis, la couche située entre 15 et 45 cm en contenait une certaine quantité, mais sans excès, et la couche située entre 45 et 150 cm une quantité substantielle. Il y avait surtout des sulfates de sodium et de calcium. Rien n'indiquait que l'irrigation avait augmenté la concentration des sels dans le sol à l'un quelconque des quatre niveaux examinés. En fait, la quantité totale de sels avait diminué dans la seconde couche (15 à 45 cm). D'après Shutt, cela pourrait être une erreur d'échantillonnage. À la suite de leur seconde expérience, les deux chercheurs ont conclu qu'une concentration de 0,35 p. 100 de sulfate de sodium constitue la limite de tolérance d'une plante aux alcalis et que, si cette teneur atteint 1,0 p. 100, la plante cesse de croître. Pour Shutt, il n'y a aucun doute que la plupart des sols de l'Alberta et de la Saskatchewan se prêtent à l'irrigation et que cette pratique, utilisée en Alberta depuis 1900, doit être encouragée.

Pendant que Shutt et Macoun menaient leurs études près de Tilley, D.H. Bark, du Canadien Pacifique, et A.E. Palmer cherchaient conjointement des méthodes pour réduire les effets des alcalis sur la croissance des plantes. Ils ont appris que le gypse (sulfate de calcium), une fois épandu sur les sols alcalins, diminue les effets nocifs des sulfates de sodium et de magnésium. Marshall et Palmer (24), qui ont prélevé d'autres échantillons de sol en 1937 près des parcelles de Tilley, ont constaté que les récoltes semblent être normales et qu'il n'y a pas eu d'accumulation appréciable d'alcalis après 20 années d'irrigation. Ils ont conclu que ces sols argileux lourds sont irrigables, conclusion qui a été confirmée par Chang et Oosterveld (8) après 40 autres années d'irrigation. D'après les travaux plus récents de Chang, Kozub et MacKay (7), 9 p. 100 des terres irrigables tout au plus ont été détériorées par la salinisation et dans beaucoup de districts, cette proportion a été beaucoup moindre. Ces derniers ont conclu que la salinisation, sans être une menace dans l'immédiat, doit quand même être surveillée de près.

En 1919, W.H. Fairfield à Lethbridge a été le premier dans le réseau des fermes expérimentales, à rédiger un bulletin sur l'irrigation à l'intention des agriculteurs (12). Avant lui, en 1914, S.G. Porter, employé à la Direction de l'irrigation, du ministère de l'Intérieur, a rédigé une circulaire (numéro 1) intitulée *Practical operation of irrigation works* (Comment exploiter une installation

d'irrigation). En 1929, A.E. Palmer a remis un compte rendu (26) de 6 années de recherches intensives menées à Lethbridge sur les techniques d'irrigation du blé de printemps, de la luzerne, de la pomme de terre, de la betterave sucrière et du tournesol. En ayant recours pour ses recherches à l'irrigation par submersion, il a cherché à savoir à quel stade de croissance la plante devait être pourvue d'eau, la fréquence annuelle d'irrigation pour chaque type de culture et la valeur de l'irrigation d'automne. Il a appris que le blé n'exigeait qu'une seule irrigation, alors que la luzerne en demandait au moins deux et parfois trois; la pomme de terre réagissait mal lorsque le plant manquait d'humidité; quant à la betterave sucrière et au tournesol, ils devaient être irrigués une fois pendant la saison, mais ils donnaient de meilleurs résultats s'ils étaient semés sur un sol irrigué l'automne précédent.

En 1930, on a constaté dans les districts d'irrigation, que tous les sols, même irrigués, ne produisaient pas également et que, par conséquent, ceux qui avaient recours à l'irrigation devaient procéder à un investissement selon la productivité de leurs sols. Vers 1950, Bowser et Moss (6) ont mis au point un système de classification basé sur sept facteurs, qui leur permettait de classer les divers sols en allant de l'excellent au non irrigable.

L'une des premières expériences effectuées par Fairfield à Lethbridge a été un assolement décennal sur un terrain irrigué (rotation U). Hill (15) ainsi que Bishop et Atkinson (2) ont étudié les résultats après 40 ans et ont conclu qu'on peut obtenir de bons rendements à condition d'utiliser des engrais phospatés et d'inclure dans la rotation des cultures 6 années de luzerne. Même si la réaction des cultures est mesurable, il est impossible de détecter une différence appréciable dans la teneur du sol en phosphore entre les parcelles fertilisées et les autres non fertilisées. Ces chercheurs ont noté que la concentration de matières organiques et d'azote dans le sol tendait à s'accroître avec les années et que la structure physique du sol ne changeait pas. Ils ont conclu que, dans le sud de l'Alberta, l'irrigation était une façon saine et stable d'augmenter la productivité.

L'irrigation par aspersion a commencé vers la fin des années 1930, mais cette technique agricole ne s'est répandue au Canada qu'à partir de 1945, avec l'apparition sur le marché de tuyaux d'aluminium légers et facilement maniables. L'un des premiers problèmes que pose l'utilisation de cette méthode dans les Grandes plaines tient au fait que, à cause du vent, la distribution de l'eau est irrégulière. À Swift Current, Korven (20) a étudié le problème et a conclu que l'on peut le réduire au minimum en utilisant certains types de têtes d'arroseurs espacés sur des carrés de 50 pieds (15 m) et dont les lignes sont perpendiculaires à la trajectoire du vent.

Colombie-Britannique

Dans la vallée de l'Okanagan, en Colombie-Britannique, l'irrigation est indispensable à la production des cultures, en particulier des plantes horticoles. Wilcox (38) a entrepris des études intensives sur les méthodes d'irrigation, à commencer par l'irrigation par rigoles d'infiltration. Il s'inquiétait de la gravité de

l'érosion subie par les sols par suite d'une mauvaise utilisation de cette méthode, en particulier les sols légers dont les pentes sont abruptes. Il a clairement défini les pentes sûres où les rigoles pouvaient être utilisées. Il a également appris que le moment de l'irrigation influe sensiblement sur la résistance au froid des arbres fruitiers. Si l'irrigation d'été est insuffisante, les arbres mûrissent trop tôt et commencent leur dormance hivernale. Si l'irrigation est pratiquée en août et septembre, la maturité est retardée. Dans les deux cas, les arbres peuvent être endommagés par les températures basses de l'hiver.

À Summerland, J.C. Wilcox est un ardent défenseur de l'irrigation par aspersion pour la majeure partie de l'Okanagan. En 1947, Wilcox et Swailes (44) ont trouvé qu'avec tous les types d'arroseurs et sans distorsion du vent, la distribution d'eau était irrégulière si la pression était égale ou inférieure à 100 kPa. La distribution devenait plus régulière lorsque la pression était augmentée jusqu'à 138 kPa. Vers 1950, 5 ans après l'apparition des tuyaux en aluminium portables et des coupleurs rapides, il en était arrivé par des expé-

riences aux conclusions suivantes : comparée à l'irrigation par rigoles d'infiltration, l'irrigation par aspersion réduisait sensiblement l'érosion du sol, favorisait la croissance des cultures, améliorait les conditions d'humidité, réduisait les inconvénients de l'eau d'infiltration et enfin utilisait de façon plus économique l'eau et la main-d'œuvre (37).

Vers 1955, beaucoup de connaissances sont déjà acquises sur l'irrigation des herbages. T.G. Willis, Kamloops (Colombie-Britannique), W.L. Jacobson, Vauxhall (Alberta) et J.C. Wilcox, Summerland (Colombie-Britannique) ont conclu que lorsque les systèmes sont bien conçus et utilisés, que ce soit l'irrigation de surface ou celle par aspersion, les prairies et les pâturages paient de bons dividendes.

Est canadien

D'après les recherches menées dans les stations agronomiques de Delhi (Ontario) et de L'Assomption (Québec), les cultures de tabac profitent d'un surcroît d'irrigation. Les travaux de Walker et de Vickery (56) ont montré que l'irrigation, basée sur les besoins du sol en eau plutôt que sur un calendrier d'arrosage, avait amélioré le rendement, la qualité et la maturité du tabac durant quatre années de suite. Pour déterminer les besoins en matière d'irrigation, on peut utiliser soit la méthode des estimations de l'évapotranspiration établie par Thornthwaite soit la méthode des blocs de résistance électrique. Au Québec, Allard, Richard et Bélanger (1) ont découvert qu'en irriguant les champs à cinq stades spécifiques de la croissance on obtenait les mêmes rendements qu'en irriguant le sol au moment où son humidité atteint 50 p. 100 de la capacité du champ.

En 1964, à Harrow en Ontario, Fulton et Findlay (13) ont obtenu des rendements nettement supérieurs en irriguant les champs de pommes de terre à condition que le sol contienne suffisamment d'éléments nutritifs. Pour obtenir de meilleurs rendements, il faut épandre jusqu'à quatre fois plus d'engrais que pour

les champs non irrigués moins productifs. À Kentville, en Nouvelle-Écosse, MacKay et Eaves (23) en sont arrivés au même rapport en plantant du maïs sucré et des haricots verts.

Besoins en eau

À n'en pas douter l'irrigation des sols arides permet d'obtenir de meilleurs rendements et d'accroître la variété de cultures. Les agriculteurs cherchaient un système qui leur indiquerait quand irriguer leurs champs et avec quelle quantité d'eau. Les scientifiques savaient que les quantités d'eau requises pour une production optimale variaient d'une culture à l'autre et que les divers types de sols pouvaient en absorber des quantités variables et les retenir durant des périodes de temps différentes selon leurs structure et texture. Wilcox est l'un des premiers à avoir étudié ces phénomènes dans les sols irrigués, même si en 1943 à Swift Current, Doughty et ses collaborateurs (11) ont entrepris des études similaires sur des sols arides. En équipe avec J.L. Mason et J.M. MacDonald, Wilcox a découvert (43) une corrélation étroite et positive entre le taux d'évaporation d'une casserole d'eau découverte et le besoin en eau[1] dans un verger. Ils ont constaté qu'il existait une corrélation négative entre le besoin quotidien en eau et l'intervalle de temps entre les irrigations. Wilcox (41) a remarqué que plus l'intervalle est court[2], plus le verger a besoin d'eau et par conséquent plus les débits de pointe du système doivent être élevés étant donné que les sols qui exigent de courts intervalles d'irrigation sont légers et souvent sableux; ils ont donc besoin d'une fréquence plus élevée d'irrigation, mais d'une quantité moindre d'eau.

En Alberta, Krogman et Lutwich (21) ainsi que Sonmore (34) ont démontré que la luzerne et les graminées ont besoin d'un peu plus de 600 mm d'eau pour donner des rendements optimaux. À partir d'informations similaires sur d'autres cultures et des données sur l'évaporation obtenues avec une casserole d'eau découverte, ils sont parvenus à calculer le besoin quotidien en eau pour chacune des trois principales cultures de la région. En soustrayant l'eau utilisée de l'humidité du sol au début de la saison, ils ont pu déterminer quand un sol doit être irrigué. La méthode est mise à l'essai durant plusieurs années; elle s'avère fiable et en 1964, Hobbs et Sonmore (18), en collaboration avec le Service de vulgarisation de l'Alberta, ont publié un communiqué de presse hebdomadaire intitulé *Irrigation gauge* où ils donnent des conseils sur les cultures et les sols qui doivent être irrigués. Henney, Miller et Rutherford (14) à Smithfield en Ontario, de même que Wilcox et Korven (42) en Colombie-Britannique ont mis au point des méthodes similaires en utilisant des évaporimètres. En 1983, Hobbs et Krogman (16) ont pu présenter les résultats de 30 années de recherches sur

[1]Le besoin en eau est la quantité d'eau du sol utilisée par les plantes, plus la perte d'eau qui s'évapore de la surface du sol.

[2]L'intervalle d'irrigation est la période qui s'écoule entre le début d'une irrigation et le début de la suivante.

l'eau; ils ont indiqué les quantités d'eau nécessaires à l'irrigation de 14 cultures principales dans le sud de l'Alberta et décrit le programme informatisé de Lethbridge conçu pour établir un calendrier d'irrigation.

Conservation de l'eau

Il y a plusieurs façons de conserver l'eau, notamment en utilisant des méthodes d'irrigation efficaces, en canalisant l'eau sans perte de son lieu d'emmagasinage jusqu'au champ et en assurant une bonne gestion de la neige.

En 1973, pour la première fois au Canada, D.S. Stevenson a mis à l'essai à Summerland, en Colombie-Britannique, un système d'irrigation goutte-à-goutte. Ce système consiste à poser en permanence sur la surface du sol ou sous terre des tuyaux en plastique d'où des tubes de petit diamètre laissent continuellement couler de l'eau goutte à goutte. Ce dispositif permet d'économiser à la fois l'eau et la main-d'œuvre, mais il faut l'examiner chaque jour pour s'assurer de son bon fonctionnement. En 1973, Stevenson a conclu que le système réussit bien dans les vergers et les vignobles (35) pourvu qu'il soit bien conçu et qu'il fonctionne convenablement sans que les émetteurs ne soient obstrués.

En 1966, à Swift Current, Pohjakas (27) obtient une distribution satisfaisante de l'eau dans la couche supérieure du sol jusqu'à une profondeur de 1,2 m au moyen de tuyaux en plastique perforés posés à 40 cm de profondeur sous une surface enherbée à condition que le tuyaux de distribution ne soient pas espacés de plus de 1,5 m. Le système a l'avantage de laisser le sol sec sur une épaisseur de 5 cm à partir de la surface, limitant ainsi la perte d'eau par évaporation. À Lethbridge, Hobbs et Laliberté (17) essaient de distribuer l'eau au moyen de rigoles souterraines non garnies, ou galeries, et découvrent que celles-ci doivent être espacées de 1,2 m à une profondeur allant de 22 à 30 cm. Ils rencontrent, cependant, quelques problèmes : le sol s'effondre dans les galeries lorsque l'humidité est insuffisante et des serpents noirs utilisent ces galeries, ajoutant ainsi des perforations et des éboulis. L'équipement spécial utilisé pour creuser des galeries souterraines et poser, au besoin, une garniture de plastique pliée est endommagée par les pierres du sous-sol. Malgré tout, l'irrigation par galerie s'avère très efficace pour économiser l'eau.

Parfois, l'eau qui alimente les villes pour la consommation domestique vient de loin. Une fois utilisée dans les maisons et les usines, l'eau est filtrée et purifiée, puis renvoyée dans le bassin hydrographique d'où elle est venue. En 1973, J.B. Bole à Lethbridge et W. Nicholaichuk à Swift Current ont estimé que ce processus gaspille l'eau et les éléments nutritifs des plantes. Dans les pays orientaux, et plus récemment en Europe, les eaux usées urbaines servent à irriguer et à fertiliser les cultures. Bole et Bell (3) ont utilisé l'effluent non chloruré d'un étang municipal pour irriguer la luzerne et diverses espèces de graminées. Ils couraient peu de risques de transmettre les pathogènes des eaux usées au fourrage, puis au bétail ou aux humains. Comme mesure de précaution supplémentaire, ils ont néanmoins restreint l'irrigation aux fourrages. Leur choix a été

guidé par la longue saison de croissance des fourrages qui nécessitent de grandes quantités d'eau, qui absorbent énormément de substances nutritives et qui peuvent prévenir l'érosion en stabilisant le sol. Après 4 ans d'irrigation par aspersion, la luzerne a produit 45 p. 100 de plus de matière sèche que la meilleure graminée en utilisant 60 cm d'effluent par année sans aucun fertilisant. Avec 100 cm ou plus d'effluent auquel on a ajouté un engrais à base d'azote et de phosphore, trois des quatre graminées ont produit plus de matière sèche que la luzerne. Pendant une période de 5 ans, Jame, Nicholaichuk et Kilcher (19) ont comparé l'irrigation faite avec un effluent d'eau usée et celle faite avec de l'eau douce. Ils ont constaté que, dans les conditions qui prévalent à Swift Current, la teneur en sel des couches supérieures de la zone des racines a augmenté jusqu'à atteindre presque la concentration de sel dans l'eau d'irrigation, mais que la teneur en sel des couches inférieures du sol a sensiblement diminué. Comme prévu, les rendements de la luzerne sur le sol irrigué par l'effluent ont été nettement supérieurs à ceux obtenus sur le sol irrigué avec de l'eau douce.

En réduisant au minimum le suintement des canaux d'irrigation et des réservoirs on conserve également l'eau et on prévient la formation de marécages ainsi que la salinisation des terres arables. Au début des années 1950, la *Prairie Farm Rehabilitation Administration (PFRA)* (Administration de la remise en état des exploitations agricoles des Prairies) a employé toutes sortes de matériaux pour garnir certains de ses canaux et réservoirs. Quinze années plus tard, Pohjakas et Rapp (28) ont mis à l'épreuve des tronçons de chacun de ces canaux et réservoirs en isolant hermétiquement certaines parties, puis en remplissant celles-ci d'eau et en mesurant la perte d'eau dans la partie ainsi isolée sur une période de 24 heures. Après les corrections faites pour tenir compte des pertes provoquées par l'évaporation, ils ont constaté que le plastique de polyéthylène constituait la meilleure garniture, suivi du béton et de l'asphalte. Les garnitures en terre compactée sont les moins étanches et les moins durables. Les garnitures en plastique sont les moins chères, à l'exception de celles en terre compactée, mais elles coûtent plus cher d'entretien que le béton. Ces constatations sont suivies d'intenses recherches et d'essais en laboratoire qui ont été entrepris par Sommerfeldt, McLaughlin et Allan (31) et montrent qu'un mélange d'émulsion bitumineuse incorporé dans la rigole avec le sol, a réussi à stopper efficacement le suintement tout en résistant à l'action des intempéries. Ces chercheurs ont d'abord utilisé des herbicides sur le sol afin de prévenir la croissance des mauvaises herbes. Il faudra du temps pour savoir si ce matériau de garniture est durable.

Dans les Prairies, la neige peut parfois représenter la moitié du total des précipitations. Cependant, la majeure partie de cette neige est emportée loin des champs et ne sert donc pas aux cultures le printemps suivant. En 1979, à Swift Current, F.B. Dyck et W. Nicholaichuk ont cherché à conserver la neige sur les champs en coupant du chaume à des hauteurs variables. En 1984, ils (25) sont parvenus à mettre au point un système de retenue de la neige par la gestion des jachères, système qui a permis d'augmenter la capacité d'absorption de l'eau par le sol en la faisant passer de 38 °C à 57 °C. Pour obtenir ces résultats, ils ont

récolté les céréales en ne prélevant que l'épi sur des bandes étroites de façon à laisser des chaumes longs. Le reste du champ a été récolté de la façon usuelle qui laisse un chaume court. Entre ces barrières plus hautes, la vitesse du vent diminue, la neige s'accumule et les températures s'élèvent, ce qui fait fondre la neige et augmenter la quantité d'eau qui pénètre dans le sol. En procédant à un sous-solage en découpant le sol en profondeur avec une lame à gauge entre les barrières avant la chute de la neige, l'apport d'eau au sol durant l'hiver est doublé. Certaines de ces recherches en sont encore à leur phase préliminaire, mais elles sont très prometteuses pour la production agricole dans les Prairies.

DRAINAGE

Au Canada, l'histoire du drainage des sols agricoles est parallèle à celle du développement du pays. À partir de 1700 environ, les colons drainent les terres qui longent la côte est et construisent des digues avec du sol glaiseux pour assainir les marécages fertiles qui longent la baie de Fundy (voir la section du chapitre 13 sur les terres protégées par des digues). À partir de 1870, les gouvernements provinciaux entreprennent la construction d'exutoires de drainage. Ces programmes se poursuivent actuellement. C'est d'abord en Ontario que se fait le drainage souterrain au moyen de tuyaux de petit diamètre placés au hasard. Depuis cette époque, les dimensions des tuyaux ont augmenté, les matériaux de fabrication ont changé de même l'équipement utilisé pour les poser.

À partir de 1944, à la Ferme expérimentale centrale d'Ottawa, Cordukes, Turner, Ripley et Atkinson (9) ont étudié l'érosion provoquée par le ruissellement des eaux excédentaires de surface. Ils ont conclu qu'une bonne couverture végétale et l'emploi de fumier de ferme réduisent sensiblement les pertes en sol et en eau.

C'est à Summerland dans les années 1950 que pour la première fois J.C. Wilcom, qui fait partie de la Direction générale de la recherche, a étudié le drainage des sols irrigués au Canada et publié le résultat de ses recherches (30, 40). Selon sa théorie, il y a une relation logarithmique entre les temps et le débit de drainage sur les sols profonds sans nappe phréatique. Il a appliqué sa théorie à des données recueillies au cours d'expériences effectuées par quatre autres scientifiques et a découvert qu'elle est valide et probablement d'une application universelle.

Des scientifiques de la Station de recherches de Harrow ont commencé à se préoccuper, plusieurs années avant les écologistes, des pertes d'éléments nutritifs des champs qui sont entraînés vers les cours d'eau. En 1963, Bolton, Aylesworth et Hore (4) ont entrepris une étude de 7 ans; les résultats ont été opportuns. Actuellement, nous prenons pour acquis que les méthodes de culture utilisées pour les cultures en lignes comme le maïs font perdre plus de substances nutritives dans les drains du champ que les méthodes employées pour les plantes non sarclées comme le pâturin ou les prairies de luzerne. Bolton et ses collègues notent cet effet et découvrent également que la forte concentration d'azote retrouvée dans un effluent provenant d'un système de culture avec

rotation de 4 ans (1 année de maïs, 1 année d'avoine et 2 années de luzerne) est attribuable à l'azote produit par la luzerne ainsi qu'aux engrais azotés épandus sur le maïs. La concentration de phosphore dans l'effluent provenant de toutes les cultures est peu élevée. La quantité d'éléments nutritifs provenant d'un champ dépend davantage de l'écoulement d'eau que de la quantité d'engrais épandue. Dans les saisons où l'écoulement des drains est important, les pertes d'éléments nutritifs sont importantes. Plus tard, Bolton, Dirks et McDonnell (5) ont conclu que les effets bénéfiques des drains souterrains, de l'épandage d'engrais et la rotation des cultures s'ajoutent les uns aux autres.

À Kapuskasing, dans le nord de l'Ontario, Lévesque et Hamilton (22) ont remblayé des tuyaux de drainage posés à 45 cm de profondeur jusqu'à une hauteur de 14 à 45 cm soit avec un matériau tourbeux soit avec du gravier. Les tuyaux sont espacés de 18 m. Dans les conditions de leur expérience de 1967, aucun des traitements n'abaisse de façon consistante la nappe phréatique plus rapidement que les tuyaux posés de façon conventionelle. En 1984, Culley et Coote (10) ont découvert que, dans un sol argileux médiocrement drainé de l'est de l'Ontario, la nappe phréatique n'était pas influencée par un fossé à ciel ouvert situé à une distance d'au-delà 65 m. Cependant, avec des tuyaux de drainage en plastique de 0,1 m de diamètre, posés à 1 m de profondeur et à environ 17 m de distance les uns des autres, le régime de la surface de saturation a changé de façon très marquée. Même si elle s'est élevée rapidement durant de fortes précipitations de pluie, elle est rarement montée à plus de 0,6 m de la surface du sol et elle a baissé au rythme de 1,5 m par jour. Pour les calculs, Culley et Coote ont choisi le modèle théorique de Hooghoudt qu'ils ont trouvé supérieur à celui de Glover.

Rapp et Laliberté (29) ont utilisé les drains existant dans le sud de l'Alberta pour savoir dans quelle mesure ils pouvaient, dans un champ irrigué, diminuer à la fois la nappe d'eau et la salinité. Sans drains, la nappe phréatique s'est située entre 0,3 et 2,1 m de la surface du sol et la teneur en sel de l'horizon supérieur du sol s'est accrue. Durant la période 1955–1965, Rapp et Laliberté ont découvert que les drains ont permis d'enlever l'excédent de sels des eaux souterraines, même si l'écoulement d'eau était extrêmement variable. La nappe d'eau était maintenue à un niveau sécuritaire, mais l'effet d'assainissement des drains était douteux, à en juger par la salinité de l'effluent qui n'a pas diminué de façon sensible durant l'expérience.

Des taupinières similaires à celles décrites pour l'irrigation sont également utilisées pour le drainage. Même si leur apparition est récente au Canada, les taupinières sont utilisées dans d'autres parties du monde depuis plus de 100 ans. Il y a quelques années, Sommerfeldt (32), à Lethbridge, a découvert que l'argile et l'humidité contenues dans le sol constituaient des facteurs importants pour la formation de drains en galeries et pour la stabilité qui en résulte. Lorsque les conditions du sol le permettaient, les taupinières étaient moins coûteuses à installer que d'autres systèmes de drainage. Sommerfeldt (33) a également étudié les champs du sud de l'Alberta où on utilise le drainage en galeries depuis 10 ans. La moitié avait une garniture de plastique perforé. Cette étude a prouvé

que les taupinières garnies débitent trois ou quatre fois plus d'eau que les taupinières sans garniture. Néanmoins, les deux types se sont avérés pratiques sur une période de 10 ans et ont permis d'abaisser la nappe d'eau après chaque irrigation par immersion.

Israël a la réputation de faire fleurir ses déserts. Le Canada peut se vanter d'en faire autant si nous considérons les régions où l'armoise d'Amérique et le cactus poussent à côté de vergers cultivés ou le long de clôtures protégeant des pâturages luxuriants. Durant le dernier siècle, l'irrigation s'est perfectionnée : elle s'est d'abord faite par déversement, puis par aspersion et enfin au moyen d'un mince filet d'eau. Comme les programmes informatiques peuvent établir un calendrier d'exécution pour des systèmes d'irrigation complexes, les gestionnaires des exploitations agricoles peuvent consacrer plus de temps à d'autres questions importantes.

Le drainage va de pair avec l'irrigation. Au 18e siècle, les colons drainaient les régions côtières et marécageuses en utilisant les méthodes connues alors. De nos jours, le drainage à taupinières récemment introduit au Canada s'avère utile, surtout quand les drains sont garnis, car il permet d'abaisser la nappe phréatique dans les sols argileux et humides. Il y a quelque temps, les scientifiques de la Direction générale de la recherche ont découvert que des éléments nutritifs, surtout de l'azote, sont évacués dans l'eau du sol; depuis lors, les écologistes se rangent à cette conclusion.

Patience, persévérance et une somme de connaissances sont essentielles à une recherche productive dans les domaines de l'irrigation et du drainage, étant donné que ces méthodes changent lentement les systèmes biologiques et physiques du sol et de l'eau.

Bibliographie

1. Allard, J.; Richard, J.; Bélanger, J.A. 1964. Comparaison de deux méthodes pour déterminer le moment d'irriguer le tabac jaune. Can. J. Plant Sci. 44:276–282.
2. Bishop, R.F.; Atkinson, H.J. 1954. Changes in organic matter and certain other soil constituents in forty years of cropping under irrigation. Can. J. Agric. Sci. 34:177–180.
3. Bole, J.B.; Bell, R.G. 1978. Land application of municipal sewage waste water: Yield and chemical composition of forage crops. J. Environ. Qual. 7:222–226.
4. Bolton, E.F.; Aylesworth, J.W.; Hore, F.R. 1970. Nutrient losses through tile drains under three cropping systems and two fertility levels on a Brookston clay soil. Can. J. Soil Sci. 50:275–279.
5. Bolton, E.F.; Dirks, V.A.; McDonnell, M.M. 1982. The effect of drainage, rotation, and fertilizer on corn yield, plant height, leaf nutrient composition and physical properties of Brookston clay soil in southwestern Ontario. Can. J. Soil Sci. 62:297–309.
6. Bowser, W. Earl; Moss, H.C. 1950. A soil rating and classification for irrigation lands in western Canada. Sci. Agric. 30:165–171.
7. Chang, C.; Kozub, G.C.; MacKay, D.C. 1985. Soil salinity status and its relation to some of the soil and land properties of three irrigation districts in southern Alberta. Can. J. Soil Sci. 65:187–193.
8. Chang, C.; Oosterveld, M. 1981. Effects of long-term irrigation on soil salinity at selected sites in southern Alberta. Can. J. Soil Sci. 61:497–505.
9. Cordukes, W.E.; Turner, R.C.; Ripley, P.O.; Atkinson, H.J. 1951. Water erosion of soil. Sci. Agric. 31:152–161.
10. Culley, J.L.B.; Coote, D.R. 1984. Water table regimes in an eastern Ontario soil with and without pipe drains. Can. Agric. Eng. 26:7–13.
11. Doughty, J.L., et al. 1943. Report of investigations, soil research laboratory, Swift Current, Sask. Dep. Agric. 63 p.
12. Fairfield, W.H. 1919. Irrigation of potatoes. *In* The potato in Canada, its cultivation and varieties. Dom. Can. Dep. Agric. Bull. 90. 16 p.
13. Fulton, J.M.; Findlay, W.I. 1964. Cumulative effects of supplemental irrigation on fertilizer requirement, yield and dry matter content of early potatoes. Am. Potato J. 41:315–318.
14. Heeney, H.B.; Miller, S.R.; Rutherford, W.M. 1961. A meteorological method of calculating the irrigation requirement of the canning tomato crop. Can. J. Plant Sci. 41:31–41.
15. Hill, K.W. 1951. Effects of forty years of cropping under irrigation. Sci. Agric. 31:349–357.
16. Hobbs, E.H.; Krogman, K.K. 1983. Scheduling irrigation to meet crop demands. Agric. Can. Res. Branch Contrib. 1983-10E. 18 p.
17. Hobbs, E.H.; Laliberte, G.E. 1967. Mole irrigation. Can. Agric. Eng. 9:64–65.
18. Hobbs, E.H.; Sonmore, L.G. 1964. Irrigation scheduling. Res. for Farmers. 9(4):4–5.
19. Jame, Y.-W.; Nicholaichuk, W.; Kilcher, M.R. 1981. Soil salinity: Effluent irrigation vs. creek water irrigation. Can. Agric. Eng. 23:31–35.
20. Korven, H.C. 1952. The effect of wind on the uniformity of water distribution by some rotary sprinklers. Sci. Agric. 32:226–240.

21. Krogman, K.K.; Lutwick, L.E. 1961. Consumptive use of water by forage crops in the upper Kootenay river valley. Can. J. Soil Sci. 41:1–4.
22. Lévesque, M.; Hamilton, H.A. 1967. L'efficacité d'un système de drainage souterrain avec remplissage poreux dans un sol argileux de Kapuskasing. Can. J. Soil Sci. 47:55–63.
23. MacKay, D.C.; Eaves, C.A. 1962. The influence of irrigation treatments on yields and on fertilizer utilization by sweet corn and snap beans. Can. J. Soil Sci. 42:219–228.
24. Marshall, J.B.; Palmer, A.E. 1939. Changes in the nature and position of the soluble salts in certain Alberta soils after twenty years of irrigation. Sci. Agric. XIX:271–278.
25. Nicholaichuk, W.; Dyck, F.B.; Steppuhn, H. 1984. Snow management for moisture conservation. Can. Soc. Agric. Eng. Paper 84-304. 6 p.
26. Palmer, A.E. 1929. Use of irrigation water on farm crops. Dom. Can. Dep. Agric. Bull. 125, n.s. 51 p.
27. Pohjakas, K. 1966. Distribution rates and patterns from plastic subirrigation pipe. Can. Agric. Eng. 8:37–38.
28. Pohjakas, K.; Rapp, E. 1967. Performance of some canal and dugout linings on the Canadian prairies. Can. Agric. Eng. 9:58–63.
29. Rapp, E.; Laliberte, G.E. 1968. Performance of tile drains under irrigation in southern Alberta. Can. Agric. Eng. 10:64–69.
30. Shutt, Frank T.; Macoun, John M. 1923. The vertical movement of alkali under irrigation in heavy clay soils. Trans. R. Soc. Can., Ser. III, 17(3):71–74.
31. Sommerfeldt, T.G.; McLaughlin, N.B.; Allan, J.R. 1978. Field evaluation of a soil–asphalt ditch lining. Can. Agric. Eng. 20:13–15.
32. Sommerfeldt, T.G. 1983. Soil moisture and texture effects on mole drain stability and on force requirement for installation—a laboratory study. Can. Agric. Eng. 25:1–4.
33. Sommerfeldt, T.G. 1984. Performance of unlined and lined mole drains in a saline clay loam field. Can. Agric. Eng. 26:1–5.
34. Sonmore, L.G. 1963. Seasonal consumptive use of water by crops grown in southern Alberta and its relationship to evaporation. Can. J. Soil Sci. 41:287–297.
35. Stevenson, D.S. 1981. Responses of 6-year-old diamond grapevines to the change from sprinkler to trickle irrigation and to the time and method of applying nitrogen. Can. J. Plant Sci. 61:571–575.
36. Walker, E.K.; Vickery, L.S. 1959. Some effects of sprinkler irrigation on flue-cured tobacco. Can. J. Plant Sci. 39:164–174.
37. Wilcox, J.C. 1950. Sprinkler irrigation experience in British Columbia orchards. Sci. Agric. 30:418–427.
38. Wilcox, J.C. 1952. Irrigation of horticultural crops. Agric. Inst. Rev. 7(4):20–23.
39. Wilcox, J.C. 1959. Rate of soil drainage following an irrigation. I. Nature of soil drainage curves. Can. J. Soil Sci. 39:107–119.
40. Wilcox, J.C. 1960. Rate of soil drainage following an irrigation. II. Effects on determination of rate of consumptive use. Can. J. Soil Sci. 40:15–27.
41. Wilcox, J.C. 1960. Effect of irrigation interval on peak flow requirements in sprinkler irrigated orchards. Can. J. Soil Sci. 40:99–104.
42. Wilcox, J.C.; Korven, H.C. 1964. Some problems encountered in the use of evaporimeters for scheduling of irrigation. Can. Agric. Eng. 6:29–31.
43. Wilcox, J.C.; Mason, J.L.; McDougald, J.M. 1953. Consumptive use of water in orchard soils. II. Effects of evaporating power of air and of length of irrigation interval. Can. J. Agric. Sci. 33:231–245.

44. Wilcox, J.C.; Swailes, G.E. 1947. Uniformity of water distribution by some undertree orchard sprinklers. Sci. Agric. 27:565–583.
45. Wilcox, J.C.; Willis, T.G.; Jacobson, W.L. 1955. Irrigation of grassland. Agric. Inst. Rev. 10(2):21–23.

Chapitre 15
Énergie

Le mandat de la Direction générale de la recherche de produire des aliments à des coûts minimaux, établi de nombreuses années avant la crise de l'énergie, l'amène à orienter ses recherches directement ou indirectement vers la conservation de l'énergie. Le système agro-alimentaire utilise 15 p. 100 de l'énergie totale consommée au Canada. Ce pourcentage est réparti de la manière suivante : production agricole, 4 p. 100, transformation et emballage des aliments, 3 p. 100; distribution des aliments, 3,5 p. 100; préparation des aliments pour la consommation, 4,5 p. 100. Les prix du pétrole se sont quelque peu stabilisés après la montée du milieu des années 1970, et il semble y avoir un surplus de pétrole et de gaz au Canada. Il n'en demeure pas moins que nos réserves de combustible fossile sont limitées. Il faudra sans doute mettre au point de nouvelles sources énergétiques, de préférence renouvelables, pour que la production alimentaire du Canada puisse satisfaire aux besoins du pays et s'accroître au rythme des occasions. En raison du climat, de l'étendue des terres et d'un niveau de vie élevé, le Canada utilise plus d'énergie par personne que la plupart des autres pays (3).

La Direction générale de la recherche utilise actuellement plusieurs approches face à la nouvelle situation énergétique. Une de ses initiatives consiste à déceler des sources économiques d'énergie renouvelable : solaire, éolienne et biomasse pour des utilisations statiques; huiles végétales et autres combustibles liquides produits à partir des cultures et des résidus agricoles et utilisables pour l'équipement mobile. Différents travaux ont porté sur la production de plantes à bon rendement énergétique; l'utilisation de systèmes d'élevage d'animaux à bon rendement énergétique; la réduction du nombre de fruits et de légumes importés hors saison, grâce à l'amélioration des variétés, à l'accroissement du nombre de plantes cultivées en serre et au perfectionnement des techniques de préservation et d'entreposage des produits végétaux cultivés localement; l'exploitation de la biotechnologie par l'amélioration et l'accroissement de la capacité des légumes et des autres plantes à fixer l'azote et par l'optimisation de l'utilisation de la cellulose; et la production d'énergie, de façon directe et indirecte, par le traitement approprié des déchets. Une autre approche consiste à conserver notre énergie en améliorant la production, la transformation, la distribution et l'utilisation des aliments. La conservation de l'énergie dans le transport des aliments, d'un point à l'autre au Canada, pourrait être réalisée par des emballages plus légers, la déshydratation des aliments, le recours à l'expédition en vrac, la production végétale et animale à proximité des marchés cibles et l'utilisation maximale des transports par chemin de fer et par eau.

Les recherches dans bon nombre de ces domaines ont été financées par la Direction générale de la recherche par le truchement d'un programme d'impartition. Depuis 1973, date de sa mise sur pied, jusqu'en 1981, le programme de

mécanisation a consacré 750 000 $ à la recherche sur l'énergie. En avril 1985, 28 000 000 $ avaient été engagés, par contrats, dans 300 projets. En 1986, il est prévu que le financement de 390 projets atteigne 36 000 000 $, mais les nouveaux objectifs politiques peuvent donner lieu à une réduction du programme d'impartition.

Ce chapitre décrit certains travaux et réalisations des dix dernières années. Il reste beaucoup à faire; beaucoup sera fait.

SERRES

L'augmentation du prix du pétrole et du gaz dans les années 1970 a eu un effet immédiat sur la serriculture des légumes et des fleurs. La production en serres au Canada se fait dans les régions suivantes : Maritimes, Québec, Ontario, sud de l'Alberta et côte de la Colombie-Britannique. Par conséquent, il était tout à fait normal que la Direction générale de la recherche octroie des contrats pour 39 projets destinés à explorer toutes les facettes en vue de réduire les coûts de l'énergie en serriculture.

Les serres sont des capteurs d'énergie solaire, mais les serres traditionnelles n'ont aucun moyen d'entreposer l'excès d'énergie. En effet, de gros évents et parfois des appareils de refroidissement sont utilisés pour expulser la chaleur à l'extérieur et empêcher ainsi la température et l'humidité à l'intérieur de devenir trop élevées. Quand le ciel est nuageux le jour et quand les nuits sont froides, il faut chauffer davantage pour empêcher que la température ne tombe sous les niveaux souhaitables de croissance des plantes. Il est évident que si la chaleur provenant des systèmes de chauffage pouvait être conservée et que celle du soleil pouvait être emmagasinée et utilisée pendant les périodes nuageuses et les nuits froides, les coûts du combustible pourraient être réduits.

À la Station de recherches de Saanichton, le ministère de l'Agriculture a signé un contrat avec l'Université de la Colombie-Britannique pour mettre à l'essai des moyens pratiques d'utiliser l'énergie solaire pour le chauffage des serres. Le principe de l'entreposage de la chaleur dans le sol, sous une serre, et de l'utiliser lorsque les températures de la serre tombent sous un minimum prédéterminé, a été signalé pour la première fois par des scientifiques japonais, dès 1969. J.M. Molnar, directeur de la station, a vu les travaux des Japonais en 1980 et il croit que les mêmes principes pourraient être appliqués à Saanichton.

Pour mettre le système à l'essai, Molnar a signé un contrat avec le professeur L.M. Staley de l'Université de la Colombie-Britannique, pour construire une nouvelle serre qui comprenait des capteurs de chaleur ainsi qu'un appareil d'entreposage de la chaleur. Au nord, la serre avait un mur isolé, perpendiculaire, tandis que le toit en pente, orienté vers le sud, semblable à celui d'une remise, était en verre utilisé normalement dans les serres. Une toile noire a été suspendue sur un tube monté le long du faîte nord et a servi de capteur solaire. Un ventilateur, réglé par thermostats, transférait au moyen de conduits l'air chauffé dans l'entrepôt de roc situé sous le plancher de la serre. Lorsque la température dans la serre tombait sous 17 °C, le débit d'air était renversé pour

ramener dans la serre l'air chaud entreposé. Le chauffage auxiliaire se faisait par le propane et l'électricité. Une serre conventionnelle, adjacente à la serre expérimentale, et chauffée au propane, était utilisée à des fins de comparaison.

Les deux serres ont été exploitées de septembre à avril, au cours d'un hiver moyen avec de fréquents jours couverts (1981–1982). La serre chauffée à l'énergie solaire a utilisé 30 p. 100 de moins de propane et d'électricité que la serre conventionnelle. Les premiers résultats ont encouragé Molnar à continuer ses expériences. Molnar et Staley ont construit deux serres conventionnelles en verre et deux serres à toit voûté, recouvertes d'un double revêtement de polyéthylène (4). Une serre de chaque type était chauffée selon le système conventionnel faisant usage de tuyaux à eau chaude et les autres à l'aide de la chaleur solaire entreposée dans le sol sous chacune des serres. La serre en verre chauffée à l'énergie solaire comprenait également un système de chauffage à l'eau chaude pour le chauffage d'appoint. La ventilation des serres, l'entreposage ou le recyclage de la chaleur en provenance du sous-sol et l'établissement de couvertures thermiques sur les cultures, pendant les nuits froides, étaient réglés par ordinateur. L'ordinateur collectait également les données sur la température, la consommation d'électricité et d'eau chaude.

Les résultats, après la première année d'exploitation en 1982–1983, étaient meilleurs que prévu. L'efficacité du système a augmenté de 20 p. 100, et par l'utilisation de couvertures thermiques, la demande de chaleur a été réduite de 44 p. 100. Les deux scientifiques sont conscients des lacunes du système, mais même à ce stade préliminaire, ils ont la conviction que le chauffage solaire des serres est un bon investissement commercial.

E. Brundrett de l'Université de Waterloo (Ontario), en vertu de son contrat signé avec le Ministère, a utilisé une serre commerciale à Grimsby (Ontario), pour mettre à l'essai un système de récupération de chaleur par ventilation. L'air chaud de la serre était évacué par une série de tubes en polyéthylène de 23 mm de diamètre, qui tous se trouvaient à l'intérieur d'un tube de 75 mm par lequel était amené l'air froid de l'extérieur. La chaleur de l'air intérieur était récupérée par l'air provenant de l'extérieur. La quantité de chaleur récupérée dépendait de la longueur des tubes : 50 p. 100 avec une longueur de 7 m et 70 p. 100 avec une longueur de 23 m.

Pour conserver la chaleur le soir, et prévenir la surchauffe le jour, Brundrett a conçu un rideau thermique constitué de plusieurs couches de cellules aérifères dont la surface supérieure est revêtue de chrome, ce qui assure la réflexion de la lumière et de la chaleur pendant le jour. Le rideau accordéon est suspendu le long des gouttières de la serre et, au besoin, est tiré jusqu'au sommet du toit. Des tubes gonflables rendent étanches les extrémités du rideau lorsqu'il est fermé, réduisant davantage la déperdition de chaleur. Les premiers résultats indiquent que les fonctions thermiques combinées aux fonctions d'ombrage, augmentent l'efficacité du rideau en fonction du coût.

Le problème de la conservation de la chaleur a été abordé de façon différente par G. Gallagher, de l'Université du Québec à Chicoutimi, qui a obtenu un autre contrat du Ministère. Selon son raisonnement, seul l'air à

proximité des plantes a besoin d'être chauffé. Par conséquent, dans une serre commerciale, Gallagher a construit un tunnel rétractable de plastique clair qu'il a placé au-dessus des plantes et qu'il pouvait soulever au fur et à mesure de la croissance des plantes. La nuit, un plastique d'aluminium était placé par-dessus pour conserver davantage la chaleur. Le tunnel d'air était chauffé par l'utilisation des eaux usées chaudes d'une industrie voisine.

Des eaux usées chaudes ont également été utilisées dans des serres à Grand Lake (Nouveau-Brunswick), et Glace Bay (Nouvelle-Écosse). Selon une estimation, les coûts du combustible constituent une économie de 50 p. 100 par rapport au prix du pétrole. À ce taux, il serait possible de cultiver des tomates et des concombres, au Canada, pendant les mois d'hiver, et de concurrencer, au niveau des prix, les produits importés.

Les résultats positifs de ces expériences ont fourni aux producteurs de légumes et aux fabricants de serres, des informations sur les manières d'isoler les murs des fondations et les murs exposés au nord, d'utiliser des rideaux thermiques ainsi que des tunnels d'isolation au-dessus des cultures à l'intérieur des serres, d'entreposer la chaleur solaire, de capter l'énergie produite par les déchets en provenance de sources externes et d'utiliser des micro-processeurs pour surveiller et commander efficacement les opérations. La montée des prix du combustible a rendu rentable un grand nombre de ces techniques à bon rendement énergétique.

CARBURANT ALCOOLISÉ

R.D. Hayes, E. Manolakis et J.D. Miller de l'Institut de recherches chimiques et biologiques et de l'Institut de recherches techniques et statistiques ont effectué, à partir de 1981, un certain nombre d'études techno-économiques et scientifiques (5, 8) sur la production de carburant alcoolisé à utiliser dans les exploitations agricoles. Ils ont examiné les possibilités d'utiliser les rebuts des cultures fruitières et légumières et le grain avarié, ainsi que de cultiver des plantes spécialement pour la fermentation et la production d'alcool, c'est-à-dire le topinambour cultivé en coopération avec la Station de recherches de Morden (Manitoba), et la betterave fourragère à forte teneur en sucre qui a été créée en Europe pour l'alimentation des bovins. Ils ont étudié les coûts du remplacement, sur certaines terres, des cultures vivrières par des cultures énergétiques.

On possède la technologie pour produire du carburant alcoolisé. Le choix de la méthode dépend du type de culture ou de déchet utilisé. Il est nécessaire, en premier lieu, de transformer en sucres la partie amylacée de certaines matières tandis que d'autres matières peuvent être fermentées directement sans transformation. Indépendamment de la méthode choisie, il faut que la préparation soit soignée et il est nécessaire de connaître à fond le procédé.

Dans les conditions économiques qui prévalent au Canada en 1984, les scientifiques en arrivent à la conclusion que la production de carburant alcoolisé semble peu probable. Ils ont remarqué toutefois que l'économie peut changer rapidement; que certains pays, grâce à des subventions, produisent actuellement du

carburant alcoolisé; et que la nouvelle technologie, mise au point ici et ailleurs, peut un jour rendre rentable la production de carburant alcoolisé.

DÉCHETS ANIMAUX

Tous les animaux sur pied et toutes les cultures produisent les résidus qui devraient être retournés à la terre pour améliorer son ameublissement et sa valeur nutritive. Toutefois, en raison de la densité élevée des parcs d'engraissement des bovins et des ovins et en raison des installations importantes nécessaires à la production porcine et avicole, il n'est pas toujours économiquement faisable d'utiliser l'ensemble du fumier, du purin et des déjections comme engrais, surtout lorsque les distances de transport par camion sont longues. Le déversement dans les rivières des déjections animales et des résidus de culture surchargent les eaux de matières biodégradables qui consomment l'oxygène nécessaire aux poissons. Les nutriments supplémentaires provoquent la croissance excessive des mauvaises herbes dans les cours d'eau.

Certains pays utilisent depuis des générations le biométhane issu des déjections animales pour la cuisson des aliments et l'éclairage. En Europe, le biométhane est maintenant extrait de nombreux réseaux d'égouts municipaux. Les scientifiques savent également qu'en plus du biométhane, il est possible de produire une protéine unicellulaire qui, séparée du liquide, contient 30 p. 100 de protéine brute pouvant convenir à l'alimentation des bovins. Les bactéries utilisées pour digérer les déchets adhèrent à la surface du digesteur, se transformant au cours de leur croissance. P. van Die, de l'Institut de recherches techniques et statistiques, a inséré des tubes de plastique à surface rugueuse qui accroissaient le rapport surface-volume, plus de 100 fois. Lorsque la digestion est terminée, la protéine unicellulaire (bactérie) est centrifugée dans le liquide et utilisée comme concentré protéinique animal, une petite partie étant mise de côté pour déclencher le cycle suivant de digestion. Le liquide qui reste est répandu dans les champs, mais il a une faible valeur nutritive parce que la majeure partie de l'azote a été enlevée. Au cours des hivers froids du Canada, c'est un défi de maintenir le digesteur à 35 °C, température à laquelle il est le plus efficace. Pour cela, il faut une excellente isolation et il est nécessaire de préchauffer le fumier avant de le déposer dans le digesteur.

C'est l'Université du Manitoba qui, en 1974, a obtenu le premier contrat au Canada pour construire un digesteur anaérobie pilote. Comme il a semblé prometteur, plusieurs installations à grande échelle ont été construites dans d'importants parcs d'engraissement (5 000 têtes) et sont mises à l'essai.

Dans une installation, le rendement en gaz et en gâteau protéinique permet de croire que l'exploitation pourrait être économiquement saine et qu'elle pourrait être rentable en trois ans. On estime qu'il faudrait de 6 à 10 ans pour qu'une deuxième installation soit rentable. Dans les calculs, on n'a pas tenu compte des avantages environnementaux qui sont considérables, mais difficiles à quantifier. Tant que chacun des digesteurs n'aura pas fonctionné pendant plusieurs années, il sera impossible de faire une évaluation définitive.

L'on sait déjà que l'énergie potentielle disponible dans les résidus de cultures dépasse celle du fumier, c'est pourquoi la Direction générale de la recherche a mis à l'essai un brûleur à paille allemand dans les Maritimes. L'on a découvert que 400 t de paille produisent suffisamment d'énergie pour sécher 1 800 t de maïs ou de grain et chauffer une porcherie de 260 truies tout en fournissant toute l'eau chaude requise par cette installation. Lorsque la paille n'est pas nécessaire à d'autres fins, par exemple la lutte contre l'érosion du sol, il est profitable de l'utiliser comme combustible.

PRODUCTION DE GLACE

Avant la mise au point des méthodes de fabrication mécanique de glace, on découpait des blocs de glace dans les rivières et les lacs pour les entreposer dans de la sciure de bois. Les coûts croissants de la main-d'œuvre ont rendu ce système peu fiable trop onéreux. Une nouvelle méthode, mise au point à

l'automne de 1983 par C. Vigneault, de l'Institut de recherches techniques et statistiques, tirait parti encore une fois de nos températures d'hiver pour produire de la glace. Il a construit une glaciaire isolée d'une largeur de 3 m et d'une hauteur de 3,6 m. Lorsque la température de l'air atteignait -5 °C, ou moins, on pulvérisait de l'eau sur le plancher du bâtiment sur lequel on soufflait de l'air de l'extérieur pour produire un bloc de glace.

Après avoir mené des essais pendant deux hivers, les ingénieurs ont été en mesure d'automatiser le processus et de construire un bloc de glace de 300 t, assez gros pour refroidir 1 000 t de légumes cueillis au cours de la saison. On extrait le froid emmagasiné dans le bloc par la pulvérisation d'eau sur la glace ou la circulation d'eau autour de la base du bloc puis on pulvérise de l'eau froide sur les légumes pour les refroidir. Une deuxième méthode consiste à concasser la glace et à l'utiliser pour emballer les légumes selon la méthode traditionnelle. Selon une estimation, le coût de l'énergie pour la réfrigération mécanique s'élève à 2,02 $ la tonne et à 0,57 $ la tonne dans le cas de la glace naturelle, soit une économie de 70 p. 100. Aucune estimation des frais généraux n'a encore été faite. Un producteur commercial de légumes au Québec a déjà installé le système.

ÉNERGIE DES PLANTES

Les plantes ont besoin d'azote qui leur est souvent fourni par l'engrais ammoniacal ou nitrique. Les engrais sont coûteux toutefois, car leur fabrication nécessite un apport énergétique considérable. L'azote se trouve en abondance dans l'air, mais les plantes ne peuvent l'utiliser à l'état gazeux. Certains organismes du sol le transforment en ammoniac en combinant les molécules d'azote avec celles de l'hydrogène. Cette transformation, appelée fixation de l'azote, est la principale source naturelle de réapprovisionnement du sol en azote. La majeure partie de l'azote est fixée par les bactéries (rhizobium) associées aux légumineuses. Ces bactéries envahissent les racines des légumineuses, comme

la luzerne et le trèfle, forment des nodosités dans le cortex des racines et commencent à fixer l'azote que les plantes utiliseront. En retour, les plantes fournissent l'énergie aux bactéries par l'intermédiaire d'autres nutriments.

Les agriculteurs savent depuis plus d'une centaine d'années déjà que la luzerne, le trèfle et d'autres légumineuses sont «bons pour le sol». La théorie voulait que leurs racines profondes allaient chercher les nutriments du sous-sol qu'utilisaient ces légumineuses ainsi que les cultures subséquentes. En 1886, l'année de la création des fermes expérimentales, deux scientifiques allemands (Hellriegel et Wilfarth) ont démontré que les légumineuses, contrairement à d'autres plantes, abritaient dans leurs racines des bactéries symbiotiques qui combinaient l'azote et l'hydrogène pour leur propre croissance. En moins de dix ans, F.T. Shutt, directeur de la Division de la chimie, a obtenu quelques «nitragines», comme l'on appelait la culture de bactéries à l'époque (maintenant appelées rhizobiums) et a découvert que l'utilisation des bactéries permettait une croissance des légumineuses égale à celle qui avait été observée en Allemagne.

Certains sols, surtout dans la région des Prairies, ont peu de rhizobiums indigènes. Pour cette raison, les semences de légumineuses doivent être inoculées au moment des semailles. De nouvelles souches de rhizobiums ont été amenées dans l'ouest du Canada, en 1914, par W.H. Fairfield, le premier régisseur de la Station expérimentale de Lethbridge. Par la suite, des inocula commerciaux comportant des mélanges de diverses espèces de rhizobiums ont été importés des États-Unis. Ils contenaient trois ou quatre souches, puisque l'on prévoyait qu'au moins une aurait de la valeur, indépendamment des conditions du sol. Même si ces souches peuvent être utilisées, il se peut qu'elles ne soient pas nécessairement les meilleures.

L. Bordeleau, microbiologiste du sol, à Sainte-Foy (Québec), a mis à l'essai de nombreuses souches de rhizobiums pour déceler leur capacité à transformer ou à fixer l'azote. Il en a découvert plusieurs et en a choisi une qui fonctionnait le mieux dans des sols humides acides contenant des quantités relativement importantes d'aluminium. Il l'a appelée Balsac et l'a mise à la disposition des producteurs d'inocula. De nos jours, il s'agit de l'une des principales souches au Canada et elle est également utilisée dans certains sols aux États-Unis, en France, en Australie et en Nouvelle-Zélande. En raison de la capacité accrue de Balsac de fixer l'azote, le besoin d'engrais azotés coûteux s'est fait beaucoup moins sentir au Québec. Une tonne de protéines produite à l'aide d'engrais chimiques coûte 90 $, mais une tonne de protéines produites à l'aide de Balsac ne coûte que 6 $. Certains scientifiques estiment que les économies réalisées au Québec grâce à l'utilisation de Balsac, s'élèvent approximativement à 60 $ millions chaque année.

À Beaverlodge, dans le district de Peace River, en Alberta, Rice, Penney et Nyborg (14) ont découvert que les rhizobiums associés au trèfle rouge toléraient davantage les sols acides (faible pH) que ceux qui étaient associés à la luzerne. En conséquence, Rice (13) a choisi, dans un groupe de 100 souches, celles qui toléraient le mieux un faible pH et a mis à l'essai les quatre meilleures par rapport

à Balsac et à un inoculum commercial. Grâce à une souche (NRG-185), la luzerne a donné un rendement de 8 p. 100 supérieur à celui de la luzerne inoculée au Balsac. Toutes les plantes de luzerne ont eu un rendement de deux à quatre fois supérieur à celui des semences non inoculées. Comme dans le cas de la souche Balsac de Sainte-Foy, la souche NRG-185 a été remis à des producteurs commerciaux pour qu'ils l'incluent dans l'inoculum vendu dans le district de Peace River.

En 1978, l'Institut de recherches en biologie cellulaire, situé à Ottawa, a entrepris un programme intensif de recherches sur la fixation de l'azote. Cinq scientifiques de différentes disciplines ont été réunis. En étudiant le système total sol-bactérie-plantes et les améliorations à apporter, ils espéraient accroître l'efficacité de la fixation de l'azote. En 1982, Macdowall (7) découvrait que l'activité de fixation de l'azote de la luzerne avait tendance à augmenter après les deuxième et troisième coupes. Il a également observé que l'activité de fixation de l'azote à l'intérieur des plants de luzerne augmentait lorsqu'une quantité
190 d'azote combiné était présente dans le sol. Ces recherches ont permis de mieux comprendre la capacité de photosynthèse de la luzerne et d'améliorer son efficacité grâce à la manipulation génétique. Au même moment, Miller et Sirois (9) observaient que les plants de luzerne produisaient peu de nodosités et arrêtaient de croître lorsqu'il y avait peu d'ions de calcium et de magnésium. Ils ont donc compris l'importance de choisir des souches de rhizobiums et de cultivars de luzerne dans des conditions idéales de croissance. E.S.P. Bromfield a étudié la relation entre des souches de rhizobiums «méliloti» et de cultivars de luzerne pour que les sélectionneurs puissent mieux comprendre les caractéristiques recherchées. En raison de la variabilité considérable chez les plants de cultivars de luzerne, Bromfield (2) a découvert que la préférence des souches de bactéries était davantage prononcée parmi les plants que parmi les variétés. La quatrième phase des travaux consistait à mettre au point des souches de rhizobiums capables de fixer l'azote. À cet égard, Behki (1), en coopération avec deux scientifiques de l'Université Carleton, à Ottawa, a transféré la capacité d'absorption d'hydrogène d'une espèce de rhizobium à une autre. À l'aide de cette méthode, il a accru la fonction symbiotique des bactéries du pois en la transférant à sept souches de bactéries de luzerne.

En 1971, et au cours des années suivantes, plusieurs scientifiques ont signalé d'autres exemples de bactéries fixatrices de l'azote dans la rhizosphère de certaines cultures non légumineuses comme le riz, la canne à sucre et le maïs. R.I. Larson, à Lethbridge, en Alberta, a croisé les cultivars de blé Rescue et Cadet pour découvrir des lignées de substitution de chromosomes. Lorsqu'en 1970, T.G. Atkinson, également à Lethbridge, a voulu régler un problème de pourriture des racines du blé, il a utilisé quelques-unes des lignées de Larson ainsi que des variétés standards de blé. Éparpillées au hasard parmi la population de substitution poussant dans le champ, se trouvaient des plantes plus vertes et plus fortes que les autres. Atkinson et J.L. Neal, un bactériologiste du sol, ont découvert que la rhizosphère de ces plantes plus vertes et plus fortes abritait une microflore différente de celle des plantes de blé standard (10). Plus tard, Neal et

Larson (11) ont été en mesure d'isoler de façon constante des bacilles produisant de l'acétylène dans leur rhizosphère, une indication indirecte que les bacilles fixaient l'azote. Vingt cultures de ce type de bacilles ont été isolées (6) pour identification et étude ultérieure.

R.J. Rennie s'est joint à l'équipe de Lethbridge et a travaillé avec trois scientifiques au Brésil, utilisant un isotope d'azote radioactif afin de tracer son trajet à l'intérieur des plants de blé qui abritaient les bacilles choisis. En 1983, Rennie et des collègues (12) ont démontré que la fixation de l'azote se produisait lorsque l'une des deux bactéries était associée avec certaines souches particulières de blé. L'association entre les bactéries et le blé est très spécifique, mettant souvent en cause la substitution d'un seul chromosome de blé. L'application pratique de cette découverte nécessitera beaucoup plus de recherches intensives, mais les profits que pourraient en retirer les agriculteurs devraient plus que compenser les efforts consentis en fournissant une culture, en plus des légumineuses, capable de fournir de l'énergie sous forme d'azote fixé.

TOURBE

Dans le domaine de la tourbe, le Canada arrive au deuxième rang mondial puisque ses réserves sont estimées à 89 milliards de tonnes. L'URSS occupe le premier rang avec des réserves de 143 milliards de tonnes et la Finlande est au troisième rang avec des réserves de 16 milliards de tonnes.

Les ressources en tourbe au Canada représentent une énergie équivalente à 14 billions de mètres cubes de gaz et sont égales à la quantité de charbon qui serait fournie pendant 1 000 années au rythme actuel de consommation. La qualité de la tourbe productrice de combustible est égale ou meilleure que celle du combustible utilisé pour la production d'énergie dans d'autres pays. L'exploitation de nos ressources en tourbe a accusé du retard au Canada parce que nous avons peu d'experts en ce domaine et que le transport de ce combustible vers les centres urbains coûte cher.

Les tourbières couvrent environ 10 p. 100 des terres du Canada. Une grande partie se trouve dans les régions du nord où 60 p. 100 sont constituées de pergélisol. Il existe, toutefois, certains dépôts à proximité des centres urbains, qui représentent des réserves appréciables de terres agricoles hautement productives, surtout pour l'horticulture. En plus de son utilisation pour la production alimentaire, la tourbe constitue une source naturelle précieuse de combustible et une matière brute utilisable par l'industrie et elle sert d'éponge pour contrôler l'écoulement de l'eau dans les bassins de drainage.

En mai 1981, la Direction générale de la recherche a travaillé en collaboration avec le Conseil national de recherches du Canada (CNRC), le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources ainsi que le ministère de l'Environnement pour étudier les meilleures façons d'utiliser la tourbe comme source énergétique. L'on propose d'accorder des contrats pour étudier les ressources des tourbières sur la côte du Pacifique et dans les basses terres de la vallée du Saint-Laurent.

Le premier inventaire des réserves de tourbe du Canada et de leurs caractéristiques, a été terminé en 1984 par les topographes de l'Institut de recherches sur les terres. Ce relevé fournit des informations sur l'étendue, le volume et le poids de la tourbe dans chaque province et chaque territoire. L'inventaire, comportant un rapport et des cartes, a été publié par le CNRC et a soulevé l'intérêt aux plans national et international. Il fera partie des relevés des tourbières de la côte du Pacifique et des basses terres de la vallée du Saint-Laurent. En outre, la banque nationale de données sur les terres humides a été créée pour faciliter l'utilisation des informations sur les tourbières. Les cartes des régions des terres humides du Canada et de leur répartition ont été publiées en 1984 dans l'Atlas national du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources.

Bibliographie

1. Behki, R.M.; Selvaraj, G.; Iyer, V.N., 1985. Derivatives of *Rhizobiummeliloti* strains carrying a plasmid of *Rhizobium leguminosarum* specifying hydrogen uptake and pea-specific symbiotic functions. Arch. Microbiol. 140:352–357.
2. Bromfield, E.S.P., 1984. The preference for strains of *Rhizobium meliloti* by cultivars of *Medicago sativa* grown on agar. Can. J. Microbiol. 30:1179–1183.
3. Downing, C.G.E.; Powrie, W.D., 1983. Strategy for energy research, development and demonstration in the agriculture and food system. Engineering and Statistical Research Institute Report I-526. 84 p.
4. Green, James L., 1984. Two solar greenhouses and a computer promise future efficiency and savings. Am. Nurseryman 159(1):101–106.
5. Hayes, R.D., 1981. Farm scale alcohol: Fuel for thought. Engineering and Statistical Research Institute Report I-265. 8 p.
6. Larson, R.I.: Neal Jr., J.L., 1978. Selective colonization of the rhizospere of wheat by nitrogen-fixing bacteria. Ecol. Bull. 26:331–342.
7. Macdowall, F.D.H., 1983. Kinetics of first-cutting regrowth of alfalfa plants and nitrogenase activity in a controlled environment with and without added nitrate. Can. J. Bot. 61:2405–2409.
8. Manolakis, E.; Miller, J.D., 1984. Agriculture Canada's bioenergy/biotechnology programs. Engineering and Statistical Research Institute Report I-656. 16 p.
9. Miller, Richard W.; Sirois, Jean-Claude, 1983. Calcium and magnesium effects on symbiotic nitrogen fixation in the alfalfa *(M. sativa)–Thizobium* meliloti system. Physiol. Plant. 58:464–470.
10. Neal, J.L., Jr.; Atkinson, T.G.; Larson, Ruby I., 1970. Changes in the rhizosphere microflora of spring wheat induced by disomic substitution of a chromosome. Can. J. Microbiol. 16:153–158.
11. Neal, J.L., Jr.; Larson, R.I., 1976. Acetylene reduction by bacteria isolated from the rhizosphere of wheat. Soil biol. Biochem. 8:151–155.
12. Rennie, R.J.; de Freitas, F.R.; Ruschel, A. P.; Vose, P.V., 1983. 15 isotope dilution to quantify dinitrogen (2) fixation associated with Canadian and Brazilian wheat. Can. J. bot. 61:1667–1671.
13. Rice, W.A., 1982. Performance of *Rhizobium meliloti* strains selected for low-pH tolerance. Can. J. Plant Sci. 62:941–948.
14. Rice, W.A.; Penney, D.C.; Nyborg, M., 1977. Effects of soil acidity on Rhizobia numbers, nodulation and nitrogen fixation bu alfalfa and red clover. Can. J. Soil Sci. 57:197–203.

Chapitre 16
Recherches zootechniques

Au Canada, soixante pour cent des recettes monétaires agricoles proviennent de l'élevage du bétail et de la fabrication des produits d'origine animale, et près de la moitié de ces revenus sont dérivés de la vente des bovins, des veaux et des porcs. Comme le met en évidence le tableau 16.1, la population de bestiaux au pays est très grande par rapport au nombre d'habitants. Nous avons deux fois plus de bovins, de porcs et de poulets que n'en possède la majorité des autres pays. La place importante qu'occupe l'élevage dans notre économie nationale et la supériorité du Canada pour ce qui est de la production animale s'expliquent par plusieurs raisons.

Tableau 16.1 Populations d'animaux en 1982[1]

Espèces	Nombre total		Nombre par 100 habitants	
	Canada	Monde	Canada	Monde
	(millions)			
Bovins	13	1226	52	27
Ovins	0,5	1158	2	27
Porcs	9	764	36	17
Volailles	82	6578	328	143

[1]Tiré de l'Annuaire de la santé animale, FAO-OMS-OIE Collection FAO : Production et santé animale, nº 19.

Le Canada possède d'immenses pâturages où, tous les ans, des milliers de vaches élèvent leurs veaux. Les porcs et les poulets obtiennent les protéines qu'ils requièrent par le biais des céréales fourragères qui croissent en abondance. Pour toutes les catégories de bétail, les ministères de l'Agriculture des gouvernements fédéral et provinciaux favorisent la création d'associations d'éleveurs dynamiques. Dès les étapes préliminaires de la recherche en matière de production et d'amélioration des animaux, les fermes expérimentales jouent un rôle capital et nous leur sommes donc redevables du succès dont nous jouissons aujourd'hui.

Ce chapitre met en lumière les progrès de l'industrie canadienne du bétail réalisés grâce aux recherches menées par la Direction générale sur la reproduction, l'alimentation et la gestion du bétail.

BOVINS LAITIERS

La Ferme expérimentale centrale reçoit ses premières vaches laitières en 1889, au moment où on achète des têtes des races Ayrshire, Holstein, Jersey, Polled Angus et Shorthorn de type laitier. Certaines sont transportées à d'autres fermes expérimentales. On se procure des vaches de la race «Canadienne»

l'année suivante. Comme pour le bétail en général, on vise surtout à améliorer le troupeau national en mettant les taureaux et les vaches de race à la disposition des éleveurs locaux. Le ministère de l'Agriculture et les fermes expérimentales appuient fortement les diverses associations d'éleveurs et encouragent les éleveurs de bovins laitiers à améliorer leurs troupeaux de manière à pouvoir inscrire ceux-ci au livre généalogique national. Chaque ferme et station expérimentale choisit les animaux en fonction de la fidélité au type, de la production laitière et de la teneur en matière grasse du lait. Les anciens régisseurs, qui sont aussi éleveurs de bétail, sont fiers de faire montre de leurs animaux aux grandes foires agricoles d'Amérique du Nord. Ils en reviennent fréquemment avec une foule de décorations et heureux sont ceux qui reçoivent au moins un ruban pour le meilleur animal d'une race ou un titre de grand champion.

En 1890, le chef de la Division de l'agriculture, J.W. Robertson, reconnaît que les animaux d'une même race peuvent différer entre eux et qu'il est donc inutile de procéder à la comparaison des races en n'ayant recours qu'à quelques animaux témoins. Il ne tire donc aucune conclusion des premiers essais d'alimentation des vaches laitières, sinon pour affirmer que les fourrages ensilés sont d'une valeur étonnante.

Au cours des ans, les essais dans les domaines de l'alimentation et de la gestion se perfectionnent. Pendant les années 1920, G.B. Rothwell compare le rendement des tourteaux commerciaux à celui des tourteaux bien équilibrés produits à la ferme pour l'alimentation du bétail laitier. D'après lui, bien que la différence dans le rendement de l'animal soit négligeable, les tourteaux produits à la ferme sont invariablement plus profitables car leur coût équivaut à 66 p. 100 environ de celui des préparations commerciales. En outre, Rothwell conclut qu'il est plus avantageux pour les agriculteurs d'élever leurs propres troupeaux laitiers. Il démontre que la race Holstein est préférable à toute autre race.

Durant les années 1930, du temps que G.W. Muir est chef de la Division de l'élevage et que C.D. MacKenzie est chargé du bétail laitier et de la production laitière, on améliore les essais par l'introduction des modèles d'«inversion double». Chaque régime alimentaire proposé est mis à l'essai sur un groupe distinct d'animaux. Chaque groupe est soumis au même régime alimentaire pendant quatre semaines. Les données ne sont recueillies que pendant les deux dernières semaines de l'essai. Au début de chaque période suivante de quatre semaines, on intervertit les régimes entre les divers groupes. Le cycle est repris deux fois. Les additifs alimentaires comme l'huile de ricin, le tourteau de lin et le tourteau de soja sont aussi mis à l'épreuve de cette façon. Les différences de rendement constatées sont négligeables et l'utilité des additifs est déterminée en fonction du coût.

Insémination artificielle

A. Dealkin est le premier spécialiste de la génétique animale affecté aux fermes expérimentales. Il se rend à l'évidence que chaque taureau offre peu de possibilités de transmettre des caractères souhaitables au troupeau national, car

les veaux issus de la fécondation naturelle sont peu nombreux. Les chercheurs russes conçoivent une méthode qui permet d'inséminer artificiellement les vaches laitières pour remédier à cette situation. En 1933, cette technique est adoptée par l'école d'agriculture de l'Université Cambridge, en Angleterre. En 1935, Deakin importe le matériel nécessaire d'Angleterre, se met immédiatement à l'œuvre et le premier veau produit par insémination artificielle naît à la Ferme expérimentale de Sainte-Anne-de-la-Pocatière en février 1936 (8). Deakin étudie les moyens de recueillir et de stocker les semences, d'inséminer les vaches et de stériliser le matériel. Il expédie par train les semences dans des bouteilles isolantes en verre aux autres fermes expérimentales, mais il a beaucoup de mal à s'assurer que l'arrivée des semences coincide avec la période des chaleurs des vaches. En 1938, la création du service de transport aérien réduit les difficultés. En 1951, les scientifiques réussissent à congeler les semences et leur utilisation devient donc plus souple. Depuis les premières études menées par Deakin, les techniques de manipulation des semences et de mise à l'essai des taureaux pour transmettre leurs caractères génétiques se sont nettement améliorées. C.G. Hickman est parmi l'un des premiers à avoir couramment recours aux semences surgelées. Dans le cadre d'un projet de recherche commencé en 1954 et visant l'amélioration des bovins laitiers, toutes les stations expérimentales du pays sont approvisionnées en semences surgelées provenant d'un même groupe de taureaux. Cette expérience organisée à si grande échelle n'aurait pu être réalisée si on avait eu recours aux semences non surgelées ou à la fécondation naturelle.

Amélioration des races

À la fin de la Seconde Guerre mondiale, à l'époque où H.K.C.A. Rasmussen est nommé chef de la Division de zootechnie, le Ministère embauche bon nombre d'autres scientifiques compétents, et les recherches sur le gros bétail progressent rapidement. L'amélioration du bétail est à la fois lente et coûteuse. Contrairement à la plupart des plantes pour lesquelles des hybrides sont formés après une ou deux années et même après quelques mois, le bétail met au moins cinq ans à atteindre la maturité, et la réduction de ce cycle par des méthodes de transfert d'embryons est encore au stade expérimental. La distinction qui revêt, toutefois, le plus d'importance concerne la taille des populations. On peut facilement cultiver des millions de plantes céréalières, tandis que l'élevage du gros bétail se limite à des troupeaux comptant des centaines ou, tout au plus, des milliers de têtes. Par contre, en règle générale, le bétail n'est pas aussi vulnérable aux conditions du milieu que le sont les plantes de grandes cultures. L'alimentation et le logement peuvent être modifiés au besoin et les systèmes de gestion sont raisonnablement constants, du moins dans les limites des grandes zones climatiques. Les facteurs limitatifs ralentissent l'amélioration du bétail et se répercutent sur l'organisation des travaux de recherche.

Pour faciliter la tâche, Hickman apporte des modifications au programme d'amélioration du bétail laitier mis en œuvre dans les fermes et les stations

expérimentales : tous les animaux d'une même race (Holstein, Jersey, Guernsey ou Ayrshire) constituent un troupeau, peu importe où ils sont situés, ce qui augmente le nombre de sujets de chaque race en vue de la sélection génétique. Au milieu des années 1960, on réduit le nombre de races à deux afin d'augmenter au maximum le nombre de bovins qui y appartiennent. La race Holstein est conservée dans les fermes de Fredericton (Nouveau-Brunswick), de Lennoxville (Québec), d'Ottawa (Ontario), de Lethbridge (Alberta) et d'Agassiz et de Prince-George (Colombie-Britannique). La race Ayrshire est retenue à Charlottetown (Île-du-Prince-Édouard), à Normandin et à La Pocatière (Québec), à Ottawa et à Kapuskasing (Ontario), à Morden (Manitoba) et à Prince-George (Colombie-Britannique). Chaque troupeau comporte entre 50 et 80 vaches.

Hickman (32) publie les résultats d'une étude de sélection menée sur les troupeaux de races Holstein et Ayrshire pendant 12 ans. Ce projet, qui est amorcé en 1954, évalue, au cours de 180 jours, la teneur en matière sèche du lait pendant les deux premières périodes de lactation. Les taux annuels moyens d'amélioration génétique sont de 1,06 et 1,3 p. 100 pour les races Holstein et Ayrshire respectivement, sur la base de production annuelle moyenne de teneur en matière sèche. Les vaches qui sont à leur troisième période de lactation ou plus servent aux recherches sur l'alimentation et la gestion. Hickman et Bowden (33) établissent un rapport entre les changements génétiques liés à l'indice de conversion alimentaire, à la croissance, à la taille et la sélection pratiquée en vue d'augmenter la teneur en matière sèche du lait. Les vaches dont le rendement est supérieur sont plus grosses au moment de la mise bas, augmentent de poids pendant chaque lactation et consomment plus d'aliments que les vaches qui produisent moins de lait.

En 1968, une équipe composée de scientifiques de toutes les stations de recherches intéressées (56) élabore le prochain programme d'amélioration génétique du bétail laitier. Cette fois, on espère améliorer la productivité totale du bétail laitier canadien au moyen d'une technique expérimentale mise au point par Hickman et Freeman (34). On prévoit l'amélioration au moyen de races pures et de croisements. L'augmentation de la teneur protéique du lait est le critère de base. Neuf cents vaches de tête de lignée des races Ayrshire et Holstein sont choisies parmi les deux troupeaux de cinq institutions de recherche : Charlottetown, Normandin, Lennoxville, Ottawa et Lethbridge. Chaque ferme possède une race et Ottawa, les deux. On diversifie le patrimoine génétique des deux populations par l'utilisation de semences conservées par congélation et provenant de taureaux d'élite n'appartenant pas au troupeau de la Direction générale de la recherche. Pour le croisement, on utilise des mâles de première génération issus du croisement de mâles et de femelles d'élite de lignées H et A et des femelles mises à la reproduction continue, issues, au départ, d'un croisement réciproque de lignées A et H. Le programme est étendu et complexe et sa gestion ne peut être assurée convenablement sans l'utilisation optimale des programmes informatiques du Ministère.

D'après l'analyse comparative des lignées parentales, par rapport au bétail de lignée A, les vaches de lignée H produisent des veaux plus lourds en une

période plus courte, leur mise bas est plus difficile et leur aptitude laitière ainsi que la teneur en protéine du lait sont supérieures. Jusqu'à ce jour, l'étude confirme que les facteurs génétiques influent de façon secondaire sur le potentiel reproductif des vaches et que les techniques de gestion jouent un grand rôle à cet égard. Les descendants issus de croisements des deux races présentent une vigueur hybride exprimée sous forme de poids et de caractères morphologiques chez toutes les génisses, mais davantage sous forme de poids (53). En matière de reproduction, la période de gestation des génisses de race croisée est plus courte et le taux de survie des veaux est de 5 à 9 p. 100 supérieur à celui des veaux de l'une ou l'autre des lignées parentales. Le nombre de mises bas et les intervalles entre les vêlages sont similaires pour le bétail de race croisée et de sang pur, mais le taux de survie des veaux issus de vaches hybrides et de lignée A est supérieur à celui des veaux de lignée H. Il faut encore attendre un certain nombre de périodes de lactation pour évaluer de façon plus approfondie les avantages des races pures et des races croisées.

Les recherches menées par les scientifiques du Ministère, qui ont recours aux données sur le contrôle d'aptitude (ROP) des vaches laitières, contribuent largement à l'établissement de méthodes précises d'évaluation des taureaux et des vaches à l'échelle nationale.

BOVINS DE BOUCHERIE

Amélioration des races

Jadis, les grandes plaines du centre de l'Amérique de Nord, qui s'étendent depuis le Texas jusqu'au Canada, constituaient le domaine du bison, l'unique bovin originaire d'Amérique du Nord. Dans cette région, le climat varie d'une chaleur sèche extrême en été à un froid glacial et à des blizzards en hiver. Les pâturages d'été vont des zones arides aux régions semi-boisées. En hiver certains pâturages sont ensevelis sous la neige, sur laquelle se forme fréquemment une croûte épaisse sous l'effet des chinooks périodiques. Pendant des siècles, le bison s'adapte à ces conditions par voie de sélection naturelle. D'innombrables troupeaux se dispersent selon la disponibilité des pâturages et des réserves d'eau et les saisons. Au besoin, les bisons creusent la neige pour s'alimenter du fourrage mûr à l'automne. Lorsqu'ils n'ont pas le temps de se mettre à l'abri des blizzards, ils se campent face au vent jusqu'à ce que la tempête s'apaise.

Les bovins importés de l'est du Canada ne possèdent pas ces attributs. Ils ont un bon rendement si les éleveurs pratiquent une gestion intensive et portent particulièrement attention au fourrage et au logement de leurs bêtes en hiver, mais celles-ci n'ont pas la capacité de survivre et de se reproduire dans les conditions de gestion extensive propres aux prairies. Les pionniers reconnaissent rapidement que leur production serait plus stable s'ils importaient des bovins de l'ouest des États-Unis. Ces bovins, dont bon nombre sont originaires d'États aussi au sud que le Texas, ont une résistance marquée au froid, ce qui contrebalance la conformation et la croissance médiocres caractéristiques des races britanniques. Ce ne sont pas des races pures. Elles sont issues de nombreux croisements naturels et

leur résistance au froid résulte directement d'une sélection naturelle et d'une vigueur hybride.

De toute évidence, la résistance au froid attire d'abord l'attention des chercheurs. Dès 1750, dans le centre-sud des États-Unis, on constate que les bêtes issues de croisements naturels de bisons et de bovins ont une résistance accrue au froid. En 1885, des éleveurs du Canada et du nord des États-Unis procèdent à des accouplements. Parmi les essais couronnés de succès, mentionnons le cas d'un éleveur de l'Ontario, M.M. Boyd, qui amorce son premier essai de croisement en 1894. Il baptise l'hybride qui en résulte «cattalo». Lorsque son troupeau est dispersé en 1916, E.S. Archibald, qui dirige la Division de zootechnie, se procure 16 femelles et 4 mâles pour évaluer leur rendement au cours d'essais effectués à Scott, en Saskatchewan. En 1919, en collaboration avec le ministère de l'Intérieur, la Division transporte le troupeau au parc national Buffalo, à Wainwright, en Alberta, où il est complété par des bovins, des bisons et des yaks. Deakin, Muir et Smith (9), les scientifiques chargés des essais, signalent que la reproduction de tous les cattalos de première génération du troupeau de Boyd échoue, et que seuls les animaux introduits après 1919 donnent ultérieurement naissance à des veaux viables. Enfin, en 1950, le troupeau est transporté à Manyberries, en Alberta, où H.J. Hargrave et H.F. Peters prennent la relève.

En 1928, les croisements avec le yak sont interrompus, car la résistance au froid des descendants de cet animal est jugée inférieure à celle des descendants issus de croisements avec le bison. Le taux de mortalité des veaux issus des croisements de bisons et des vaches domestiques est de 77 p. 100, et les mâles issus de ce croisement et du croisement réciproque sont invariablement inféconds. Les hybrides femelles ont aussi une faible fécondité, mais on obtient une lignée de cattalo par un recroisement avec des taureaux domestiques. Tous les hybrides mâles de quatrième génération sont inféconds, ce qui détermine le seuil des contributions génétiques du bison. D'après les études ultérieures, par rapport à la race Hereford, les cattalos ne présentent aucun avantage ni sur le plan de la croissance ni sur le plan du rendement de la carcasse. On met fin à ces essais en 1965.

En 1916, l'achat du troupeau de cattalos marque l'avènement des essais d'amélioration de bétail dans les fermes expérimentales. Toutefois, ces recherches sont interrompues jusqu'en 1949, au moment où J.G. Stothart et H.T. Fredeen de la Station expérimentale de Lacombe, en Alberta, amorcent une étude de sélection sur la race Shorthorn; à cette fin, ils utilisent deux taureaux ayant un parent en commun et dont les besoins alimentaires sont nettement distincts. La prise de poids moyenne de l'un est de 1,11 kg/jour et de l'autre, de 0,77 kg/jour. Les deux taureaux sont accouplés avec des vaches représentatives des troupeaux. Les descendants du taureau ayant un rendement supérieur sont plus lourds à la naissance et au moment du sevrage que ceux du taureau à faible rendement. En outre, la prise de poids quotidienne, la quantité de fourrage nécessaire par kilogramme de prise de poids et l'âge à l'abattage sont tous plus favorables chez les descendants des taureaux à fort rendement. Les résultats des

essais servent à élaborer le programme national de contrôle d'aptitudes des bovins qui est mis en œuvre en 1957. Cette étude devient finalement un projet de sélection d'envergure englobant des troupeaux de race Shorthorn à Brandon, au Manitoba, à Indian Head et à Scott, en Saskatchewan et à Lacombe, en Alberta. De 1957 à 1970, Newman, Rahnefeld et Fredeen (62) réussissent à obtenir une augmentation de poids annuelle de 4,5 kg par veau d'un an et la sélection des bovins de boucherie en vue d'augmenter leur rendement passe ainsi dans l'usage.

Peu de temps après le transport du troupeau de cattalos à Manyberries, Hargrave, Peters et J.E. Lawson amorcent des études afin d'évaluer le potentiel de reproduction des femelles de races croisées, autres que les cattalos, dans les prairies. Ils accouplent des taureaux de races Highland et Brahman avec des vaches de race Hereford. Les bovins de races Highland, originaires des régions montagneuses humides du nord de l'Écosse ont le poil long et lourd et semblent aptes à transmettre leur résistance au froid à leur progéniture. Toutefois, on ne choisit pas les bovins de race Brahman pour le même motif. Ces bêtes sont originaires du sud des États-Unis et proviennent de lignées de zébus importées de l'Inde et offrant peu de possibilités d'adaptation aux climats d'hiver. Toutefois, cette race possède un patrimoine génétique qui diffère de façon exceptionnelle de celui des races britanniques, et les scientifiques espèrent que cette caractéristique augmentera la vigueur des hybrides femelles.

Leurs espoirs ne sont pas vains. La descendance issue de croisements avec la race Brahman s'adapte bien aux prairies de Manyberries. Bien que les vaches ainsi produites soient quelque peu capricieuses, elles sont fécondées et mettent bas avec facilité, elles sont de bonnes mères et donnent constamment naissance à des veaux dont le poids au sevrage est élevé. Les meilleurs résultats sont obtenus par le croisement entre les races Brahman et Shorthorn, dont la descendance offre un exemple parfait de la vigueur hybride, car elle est considérablement plus résistante au froid que les bovins des deux races parentales. Par rapport aux bovins Hereford, les hybrides obtenus par croisement avec la race Brahman ont un taux de survie et une espérance de vie supérieurs; au total, ils produisent 25 p. 100 plus de veaux et le poids de ces derniers est de 52 p. 100 plus élevé au sevrage.

En 1963, Lawson tente d'évaluer le rendement des bovins de races Angus et Hereford soumis à un régime à forte teneur énergétique (orge, 60 p. 100) et à un régime à faible teneur énergétique (luzerne hachée, 100 p. 100). L'étude n'est pas encore terminée, mais d'après les résultats préliminaires de l'évaluation de trois générations, par rapport aux bovins nourris d'aliments à forte valeur énergétique, les lignées soumises à un régime à faible teneur énergétique produisent plus de lait, celui-ci offre une plus forte teneur en matières grasses, en protéines et en solides non-gras et le poids des veaux issus de ces bovins est plus élevé au sevrage. Ces résultats devraient influer sur les méthodes de sélection du bétail de boucherie à l'avenir.

En 1951, l'importation de quelques bovins de race Charolais des États-Unis par des éleveurs entreprenants marque le début d'une nouvelle ère dans

l'élevage du bétail de boucherie au Canada. D'autres éleveurs, impressionnés par le potentiel exceptionnel de rendement à l'abattage et de croissance des bovins issus de croisements avec la race Charolais abandonnent peu à peu les races classiques pour des hybrides. Des pressions accrues s'exercent afin que le Canada autorise l'importation de races de l'Europe continentale, ce qui était interdit depuis bon nombre d'années pour des raisons d'hygiène des animaux. En 1960, l'honorable Alvin Hamilton, ministre de l'Agriculture, charge K.F. Wells, le vétérinaire du Dominion, de trouver des moyens d'importer le bétail européen en toute sécurité. En 1964, des mesures adéquates sont prises et le nouveau ministre de l'Agriculture, l'honorable Harry Hays lance un programme d'importation prévoyant des installations de quarantaine et des méthodes rigoureuses d'inspection sanitaire des bovins importés au pays.

Des bovins de races Charolais et Simmental sont les premières bêtes importées d'Europe à quitter la station de quarantaine en 1967. En 1968, des bovins de races Limousin, Maine Anjou et Suisse brune sont aussi importés. Même si le Canada importe de nombreuses autres races depuis 1968, ces premières races ont le plus contribué à l'élevage des bovins dans tout le Canada.

Les éleveurs de l'Ouest canadien accordent une importance particulière au taux de croissance, à la conformation des muscles et à la taille à la maturité. Leur objectif initial est donc de produire des veaux hybrides de première génération destinés à l'abattage. On tente, dans une certaine mesure, de sélectionner des femelles hybrides de choix pour assurer la propagation de la race. On croit toutefois que la vigueur hybride des descendants issus de croisements des races européennes et britanniques se traduira par un plus fort potentiel reproductif que dans le cas de croisements des seules races britanniques. Les croisements avec la race Charolais effectués depuis le début des années 1950 donnent, en effet, les résultats souhaités.

En 1967, H.T. Fredeen, J.A. Newman et J.G. Stothart de la Station de recherches de Lacombe, en Alberta, essaient de déterminer les effets des croisements entre les races européennes et britanniques. Leur objectif est d'évaluer le potentiel global de reproduction des femelles hybrides issues d'accouplements de taureaux Charolais, Limousin et Simmental avec des vaches Angus, Hereford et Shorthorn. En 1969, J.E. Lawson de Lethbridge et G.W. Rahnefeld de Brandon se joignent à l'équipe; grâce aux installations supplémentaires mises à leur disposition, ils peuvent évaluer le rendement des femelles hybrides dans diverses conditions environnementales. En outre, un statisticien, G.M. Weiss, et un spécialiste des viandes, A.H. Martin, s'unissent au groupe de Lacombe.

Le programme est exécuté en quatre étapes liées entre elles. L'étape I consiste à produire des femelles hybrides afin d'évaluer leur potentiel reproductif total, et des mâles hybrides pour étudier l'indice de conversion alimentaire et le rendement à l'abattage. À l'étape II, l'équipe évalue le potentiel reproductif des femelles hybrides dans des conditions de pâturage intensif à Brandon et de pâturage extensif dans les zones semi-arides à Manyberries. Au cours de l'étape III, les sujets d'étude sont les besoins alimentaires en hiver et la période de

lactation estivale des deux troupeaux de vaches. L'étape IV, qui est en cours, consiste à évaluer le potentiel reproductif des femelles issues du rétrocroisement des femelles hybrides et des taureaux de même race que les parents. Les étapes I et II sont actuellement terminées et le rapport (17) de Fredeen *et al.* est publié. On peut juger de l'envergure et de la complexité de l'étude par le fait que les vaches de dix groupes de croisement sont fécondées à 5 053 reprises.

Les résultats de l'étape II confirment la théorie initiale selon laquelle l'hétérosis des femelles hybrides est liée à la diversité génétique des races des parents. Le rendement total des animaux issus du croisement des races Hereford et Angus, soit la combinaison préférée par les éleveurs de l'Ouest depuis bon nombre d'années, est inférieur à celui des animaux issus de tous les autres croisements. Le poids au sevrage des descendants issus du croisement des races Hereford et Angus est de 10 à 15 p. 100 moins élevé que celui des descendants des femelles hybrides accouplées à des taureaux de races Charolais et Simmental. Le rendement des descendants issus de croisements avec au moins une race européenne varie selon le milieu. Par exemple, les descendants les plus productifs à Manyberries proviennent du croisement des races Charolais et Angus et, à Brandon, les descendants des croisements de Simmental et Shorthorn sont supérieurs.

L'évaluation globale de toutes les observations révèle que ces différences (interactions) sont liées à la production laitière des femelles hybrides. Le poids au sevrage des veaux issus du croisement des races Simmental et Shorthorn est plus élevé aux deux emplacements, ce qui est un signe indicatif d'une plus grande production laitière. Cette supériorité est mise en évidence par la prolongation du cycle de reproduction et la réduction du nombre de mises bas à Manyberries où les conditions sont rigoureuses.

Ces résultats démontrent nettement que l'hétérosis ne constitue pas une panacée pour les éleveurs de bétail dans l'ouest du Canada. La supériorité génétique du potentiel reproductif des bovins de boucherie peut avoir des effets préjudiciables sur la productivité totale à moins de s'assurer que l'environnement et les techniques de gestion satisfont aux besoins biologiques liés à ce potentiel.

Les résultats de l'étape III nous donnent un aperçu du problème. La graisse sous-cutanée est un isolant ainsi qu'une source énergétique importante pour les vaches reproductrices. D'après les observations faites à Manyberries, les vaches dont la couche de graisse est inférieure à 5 mm au sevrage, en octobre, ont un rendement médiocre pendant l'hiver et leur taux de reproduction est sous la normale durant l'été suivant. À l'exception des vaches issues du croisement des races Hereford et Angus, dont la couche de graisse au sevrage est d'une épaisseur moyenne de 8 à 9 mm, toutes les vaches nourrices des autres croisements faits à Manyberries ont une couche de graisse de 0 à 5 mm à l'automne. Pour reconstituer des réserves de graisse suffisantes pour l'hiver, il faut leur fournir jusqu'à 50 p. 100 de plus de fourrage qu'il n'est habituellement recommandé pour la saison d'hiver. L'étape IV se poursuivra encore pendant plusieurs années.

Le programme d'amélioration des bovins de boucherie met en évidence la valeur d'une sélection minutieuse en vue de l'amélioration des caractères d'importance économique, du maintien des lignées de races pures de choix et de l'utilisation de ces dernières pour les croisements qui visent à adapter les caractères génétiques aux contraintes du milieu. Pour profiter des avantages sans cesse croissants des technologies de pointe, il importe d'approfondir nos connaissances biologiques.

Fourrage

Les bovins (et les moutons) sont des ruminants et ont l'avantage sur les autres cheptels et sur les volailles de pouvoir transformer la cellulose en une forme d'hydrate de carbone digestible. Les ruminants régurgitent la nourriture contenue dans le bonnet et la remastiquent à l'aide de leurs larges molaires de manière à la mélanger aux sucs digestifs (c'est la rumination). Ensuite, ils l'ingèrent de nouveau et le mélange est réintroduit dans le tube digestif en passant par le rumen, où la flore bactérienne transforme la cellulose en hydrates de carbone digestibles. Les ruminants peuvent aussi se nourrir d'aliments concentrés, à savoir des concentrés de céréales et de minéraux, pour équilibrer leur régime.

Les ruminants se nourissent de fourrage (graminées et légumineuses) qu'ils broutent directement sur les pâturages ou qu'ils absorbent sous forme de foin préservé ou d'ensilage fermenté. L'ensilage se compose de graminées, de légumineuses et de céréales comme l'avoine ou le maïs entiers. Dans son résumé (54) des recherches effectuées sur l'ensilage d'herbe dans un certain nombre de fermes et de stations expérimentales comme celles de Charlottetown, de Nappan, de Sainte-Anne-de-la-Pocatière, de Lennoxville, d'Ottawa et de Lethbridge, V.S. Logan souligne le fait que dans de nombreuses régions du Canada, le fourrage grossier de qualité supérieure est fréquemment plus facile à conserver sous forme d'ensilage qu'à l'état de foin. Par rapport au foin, l'ensilage requiert un espace de stockage moindre et se gâte moins rapidement lorsqu'il est sorti du silo. Par contre, il gèle lorsqu'il y a des froids intenses et peut avoir une odeur désagréable. D'après les nombreuses études comparatives sur les types de fourrage menées dans bon nombre de stations expérimentales pendant la période qui s'étend du milieu des années 1920 jusqu'à 1955, peu de différences sont relevées de façon continue. Dans les Maritimes et au Québec, où la culture du maïs est demeurée difficile jusqu'à ce qu'on découvre des variétés pouvant croître en une saison plus courte, on préfère les plantes sarclées comme les betteraves fourragères, les navets et les rutabagas aux ensilages d'avoine et de pois, mais ces plantes ne remplacent pas toujours l'ensilage d'herbe.

Sylvestre (Ottawa) et Mercier (Lennoxville) (73) résument les méthodes d'utilisation de l'ensilage d'herbe pour maintenir ou augmenter le poids du boeuf de boucherie dans les parcs d'engraissement. Leurs conclusions établissent que l'ensilage d'herbe est aussi efficace sinon plus que l'ensilage de maïs. Selon les objectifs des éleveurs (entretien, engraissement ou reproduction), les

ensilages et les fourrages grossiers nécessitent des compléments comme les céréales.

Melfort, en Saskatchewan, est situé dans la prairie-parc de trembles et englobe toutes les terres arables du Manitoba et celles de la Saskatchewan et de l'Alberta qui se trouvent au nord et à l'ouest du Triangle Palliser. Dans cette région, le climat et les terres sont généralement propices à la culture des graminées et des légumineuses ainsi que des céréales et du canola. Les terres de qualité moindre servent au pâturage et à la culture du foin et les terres de choix, à la culture des céréales et des plantes oléagineuses. D'après les scientifiques de la Station expérimentale de Melfort, il faut apprendre à assurer une meilleure gestion des cultures fourragères pour augmenter la production des bovins de boucherie. Ils savent que la production d'herbage et, par conséquent, la production de bovins de boucherie par hectare diminuent avec le vieillissement des pâturages au cours des ans. Ils savent aussi que la production de fourrage sec est fonction de la hauteur des précipitations en mai et en juin et qu 41 p. 100 des augmentations saisonnières en poids vif du bétail se produisent dans le premier quart de la saison de pâture. En 1954, ils amorcent une série d'essais sur le pâturage des bovins, qui permettent finalement d'améliorer l'utilisation du pâturage et du foin.

Pendant la première étude de 7 ans (1958 à 1961) faite à Melfort, Cooke, Beacom et Dawley (6) augmentent le rendement des bovins dans une proportion de 20 kg/ha par l'épandage de 22 kg d'azote sur un pâturage de brome et de luzerne. Le rendement s'accroît de 36 kg/ha par l'addition de 45 kg de phospore à l'azote. En augmentant le dosage d'azote à 84 et à 168 kg/ha le rendement s'accroît respectivement de 61 et 98 p. 100. Cependant, les plus forts dosages d'azote réduisent et éliminent presque totalement la luzerne en raison de la plus forte concurrence des bromes plus vigoureux. Plus tard (1961–1966), Beacom (2) et Cooke, Beacom et Robertson (7) augmentent de 5 p. 100 le rendement des bovins, prolongent la saison de pâturage de 15 jours et accroissent l'efficacité alimentaire dans une proportion de 30 p. 100 en modifiant l'intensité de paissance selon la disponibilité du fourrage. Robertson, Cooke et Beacom (65) poussent davantage les recherches dans le but d'optimiser le rendement des bovins de boucherie et de minimiser les problèmes de gestion dus au manque de fourrage au milieu de la saison. Par l'ensilage de l'excédent de graminées du printemps pour son utilisation pendant l'été, ils augmentent la production de bovins de 3 p. 100 et maintiennent le même nombre de bovins en pâturage pendant toute la saison. En produisant plus de fourrage vert d'avoine (plants d'avoine n'ayant pas atteint la maturité) pour compléter le régime alimentaire du bétail pendant les mois d'été où les prés sont médiocres, ils augmentent la prise de poids des animaux par hectare de 35 p. 100 par rapport au poids des bêtes témoins. En utilisant des grains d'orge au lieu du fourrage vert d'avoine comme supplément, ils arrivent à augmenter davantage la prise de poids vif des bovins par hectare dans une proportion de 10 p. 100.

Beacom et les scientifiques de Melfort réalisent d'autres progrès en améliorant la production de bovins alimentés de graminées par l'établissement d'une

phase d'engraissement ou de finition qui consiste à alimenter les bêtes avec du foin de premier choix et avec peu de céréales. Une partie du foin séché dans les champs est hachée, puis chargée par des moyens mécaniques dans une tour à foin conçue en collaboration avec l'Institut de recherches techniques et statistiques. La tour est dotée d'un toit et d'une jupe amovibles et d'un ventilateur afin de faire circuler l'air ambiant pour le séchage final. On ajoute des acides gras extraits de l'huile de canola et des antibiotiques au fourrage destiné aux bovins traités aux activeurs de croissance. En employant ce foin de bonne qualité dans les rations composées d'un fort pourcentage de fourrage et additionnées d'acides gras extraits de l'huile de canola et d'activeurs de croissance, les taux de prise de poids et les rapports fourrage : augmentation du poids sont les mêmes que chez les bovins engraissés aux céréales.

La transition à l'alimentation complète constitue une période critique de la phase d'engraissement des bovins dans les parcs destinés à cette fin. Dans le sud de l'Alberta et ailleurs, les rations quotidiennes de céréales sont augmentées graduellement pendant 4 à 6 semaines sans provoquer de troubles de digestion chez les animaux. À Lethbridge, Hironaka (42) réussit à effectuer cette transition chez les bouvillons d'un an en 10 jours sans occasionner de désordre de ce type. Pour ce faire, il emploie une ration de démarrage composée de mélasse de pulpe de betterave séchée ou de drêche de distillerie séchée, dans une proportion de 25 p. 100, et le reste de luzerne, d'avoine, d'orge, de minéraux et de vitamines. Grâce aux résultats d'Hironaka, les exploitants des parcs d'engraissement diminuent la phase de finition de 2 à 4 semaines et un marché est créé pour toute la pulpe de betterave produite dans le sud de l'Alberta. Le système ne permet pas de prévenir la météorisation du bétail dans les parcs d'engraissement, dont le remède fait l'objet de la section suivante. À Melfort, S.E. Beacom *et al.* obtiennent des résultats similaires en ayant recours à du foin de graminées haché et à des céréales dans une proportion de 50:50. Après 3 jours, la quantité de céréales est augmentée graduellement au cours d'une période de 2 semaines jusqu'à ce qu'elle constitue 90 p. 100 de la ration. Aucun cas d'empoisonnement par les céréales ni de météorisation n'a été observé à la station de Melfort.

Cette section ne vous présente que quelques exemples des centaines d'essais menés sur l'alimentation du bétail au cours des 100 dernières années. Elle vous donne un bref aperçu du type de recherches exécutées et des renseignements qui sont transmis aux éleveurs de bétail.

MÉTÉORISATION, MALADIE MORTELLE IMPRÉVISIBLE

Le dilemme suivant est l'un de ceux auxquels de nombreux éleveurs de vaches laitières se heurtent couramment : «La nuit dernière a été fraîche, mais aujourd'hui le temps est chaud et ensoleillé. Après avoir passé une heure dans la salle de traite, le troupeau de vaches laitières d'une ferme est transféré à un pâturage luxuriant de légumineuses et de graminées qui constituent des éléments essentiels à une forte production. Le champ est encore humide après une nuit pluvieuse.»

«Deux vaches ont ballonné hier, mais seule l'une d'entre elles en a réchappé. Faut-il labourer ce champ où abondent les légumineuses et les graminées pour y semer uniquement des graminées? Pour tout le Canada, le taux moyen de la mortalité due au ballonnement est inférieur à 1 p. 100, mais dans cette ferme trois bonnes vaches sont mortes sur un total de 60 au cours du mois.»

De telles situations tourmentent de nombreux éleveurs de vaches laitières tous les printemps et les étés. Les moyennes nationales leur paraissent acceptables pourvu que leurs bovins soient parmi les 99 p. 100 qui sont épargnés.

Il y a deux types de météorisation : sur parcours ou en parcs d'engraissement. Dans les deux cas, la maladie est due à l'accumulation de gaz dans la panse. Lorsque les gaz ne peuvent s'échapper de la panse, celle-ci gonfle jusqu'à ce que la pression exercée arrête la respiration et la circulation du sang. Si l'observation est faite à temps, les éleveurs peuvent provoquer l'expulsion des gaz de diverses façons, dont la plus courante consiste à administrer un breuvage à base d'huile de ricin ou d'un autre agent anti-mousse. Dans les cas aigus, un trocart (tube métallique doté d'une tige pointue amovible) ou un couteau doit être employé pour pratiquer une ponction dans la panse par le flanc gauche afin d'éliminer les gaz et d'empêcher la mort de la bête.

Certaines des premières études canadiennes relatives à la lutte contre la météorisation sont amorcées en 1957 et, en 1963, J.E. Miltimore (61) de la Station expérimentale de Summerland publie un rapport. Ce dernier découvre que la pénicilline, l'huile de ricin ou le suif administré immédiatement après la traite du matin sous forme de breuvage ou mélangé dans le fourrage réduit notablement la fréquence de la météorisation sans toutefois l'éliminer totalement.

L'année suivante, J.M. McArthur, le chimiste qui collabore aux travaux de Miltomore (57), décèle que la protéine 18S, également baptisée Fraction 1, est probablement à l'origine de la météorisation des bovins mis en pâturage. Cette protéine particulière présente un taux de sédimentation élevé de l'ordre de 18 unités Svedberg (d'où le nom de protéine 18S). Au cours du 10e Congrès international sur les herbages qui se déroule en Finlande en 1966, W.J. Pigden présente les résultats des recherches de McArthur et de Miltimore, à savoir que la protéine 18S empêche l'expulsion des gaz de la panse en provoquant la formation d'une mousse très résistante dont les bulles ne se rompent pas facilement. Il précise que les fourrages qui causent la météorisation contiennent environ 5 p. 100 de la protéine 18S, tandis que les autres en contiennent moins de 1 p. 100. La météorisation est fonction de la vitesse d'assimilation de la protéine 18S, des phénomènes de fermentation et de la production de gaz et d'acidité dans le contenu de la panse. Parce qu'ils ont fortement contribué à trouver une solution au problème de la météorisation, Miltimore et McArthur acquièrent une renommée internationale. À ce stade, comment leurs découvertes peuvent-elles aider les éleveurs de vaches laitières?

En 1968, Miltimore et McArthur montrent que le tiers environ des protéines des plantes fourragères favorisant la météorisation comme la luzerne et le trèfle

se présente sous forme de protéine 18S, tandis que dans les fourrages non météorisants comme le lotier, le sainfoin, la vesce et plusieurs graminées, cette proportion est d'un sixième ou moins. Ils déterminent la teneur minimale en protéine 18S à surveiller en développant de nouveaux cultivars de luzerne et de trèfle. D'autres scientifiques démontrent par la suite que les méthodes d'analyse employées par ces deux chercheurs, qui sont jugées appropriées à l'époque, donnent des résultats douteux.

L'année précédente, D.H. Heinrichs, améliorateur de luzerne à Swift Current, en Saskatchewan, s'intéresse à la teneur en protéine 18S dans diverses espèces de luzerne. Il a déjà développé plusieurs cultivars de luzerne qui se prêtent aux pâturages sur les terres arides des provinces des Prairies, mais leur utilisation est limitée car les producteurs s'inquiètent du fait qu'elles risquent de causer la météorisation. Heinrichs et Miltimore découvrent que la luzerne jaune (*Medicago falcata*) ne contient que la moitié de la protéine 18S qui se trouve dans la luzerne commune (*M. sativa*). Étant donné que les deux espèces peuvent être croisées, ils proposent d'avoir recours à la luzerne jaune dans les programmes d'amélioration afin de produire un hybride à faible teneur en 18S.

Entre temps, Miltimore est nommé directeur de la Station de recherches de Kamloops, située à 150 km environ au nord de Summerland. Puisque Kamloops se trouve dans la région d'élevage du boeuf de boucherie de la Colombie-Britannique, il décide de poursuivre ses études sur la météorisation en concentrant ses efforts sur les bovins de boucherie plutôt que sur les vaches laitières. Les bovins de boucherie sont habituellement engraissés en vue de l'abattage dans des parcs destinés à cette fin, où leur régime se compose d'un fort pourcentage de concentrés. Les risques de météorisation préoccupent constamment les exploitants des parcs d'engraissement, même s'ils n'emploient pas la luzerne comme fourrage. La majorité des études menées au sein de la Direction générale de la recherche sur l'engraissement des boeufs dans les parcs sont réalisées par R. Hironaka à Lethbridge. Ce dernier procède à la granulation de grains d'orge entiers dont les amandes sont concassés pendant l'agglomération. Il découvre que la panse des animaux nourris de ces granulés ne ballonne presque pas et qu'ils prennent davantage de poids que les bovins alimentés avec de l'orge broyée sous forme de granulés. En outre, bon nombre d'animaux nourris d'orge broyée souffrent de météorisation. En examinant les deux types de granulés, Hironaka se rend compte que les granulés d'orge broyée présentent des particules plus petites que celles des granulés de céréales entières. Le ballonnement est enrayé presque immédiatement lorsque les animaux touchés sont soumis à un régime de granulés de céréales entières. Hironaka reconnaît que ses observations doivent être confirmées par des scientifiques et se joint donc à l'équipe de Summerland et de Kamloops afin de trouver l'origine de la météorisation contractée dans les parcs d'engraissement. Aux fins de l'étude, ils ont recours à des jumeaux univitellins, ce qui donne des résultats beaucoup plus valables que ne l'aurait permis l'utilisation de paires d'animaux du même âge n'ayant aucun lien de parenté. En 1972, ils signalent (43) que les animaux nourris de particules plus grosses (715 microns, 1 micron est égal à 0,001 mm)

produisent beaucoup moins de mousse et souffrent moins de gaz stomacaux et de gonflement que ceux nourris de particules plus petites (388 microns). L'arrivée de K.J. Cheng à Lethbridge leur permet d'analyser les facteurs microbiologiques et biochimiques liés à la météorisation. Cette équipe découvre qu'un régime additionné de sel a tendance à diminuer la fréquence de la météorisation dans les parcs d'engraissement. Même si le fourrage à grosses particules n'élimine pas totalement le ballonnement dans les parcs, le nombre de cas est considérablement réduit; la météorisation n'est donc plus un problème aussi grave qu'antérieurement.

L'équipe de scientifiques augmente. En 1971 R.P. Goplen, qui est chargé de l'amélioration du fourrage à la Station de recherches de Saskatoon, met en œuvre le premier programme d'amélioration d'importance mondiale destiné à créer des cultivars de luzerne non-météorisant. Il passe une année à Summerland pour étudier cette pathologie. R.E. Howarth, un jeune chimiste fort dynamique est chargé, en 1972, de concevoir des méthodes de laboratoire pratiques pour la sélection de légumineuses ne favorisant pas la météorisation. Miltimore change de nouveau de poste; il devient le directeur à Agassiz, mais le chimiste, W. Majak, poursuit ses travaux à Kamloops. Les scientifiques de Saskatoon, de Lethbridge et de Kamloops amorcent une série d'études conjointes; ils partagent leurs ressources et leurs connaissances pour résoudre ce problème difficile et complexe. L'une des premières études que Goplen désire mener concerne l'héritabilité des protéines solubles chez diverses espèces de luzerne. Si la teneur en 18S est facilement transmise par hérédité d'une génération à l'autre, une solution raisonnable est de sélectionner une espèce de luzerne qui ne provoque pas la météorisation. Par contre, si l'héritabilité est faible, cette option n'est pas viable. L'équipe analyse plus de 1 300 plants de luzerne d'origines diverses et établit que même si l'héritabilité est faible (28 p. 100), elle est encore suffisamment élevée pour qu'un programme d'amélioration soit jugé approprié.

La majorité des théories scientifiques sont constamment éprouvées et mises en doute. Il en est ainsi pour la théorie relative aux protéines 18S. Goplen estime que la sélection en vue de créer un cultivar de luzerne à faible teneur en protéine 18S progresse lentement. D'autres estiment que la protéine 18S n'est pas l'unique cause de la météorisation et, par conséquent, Howarth, qui est alors aussi à Saskatoon, examine de nouveau la formation de mousse provoquée par les protéines de la luzerne et découvre que deux types de protéines sont à l'origine de ce phénomène. Pendant cinq ans, Howarth et Goplen ont recours aux protéines solubles totales comme critère de sélection mais, en 1977, après deux cycles de sélection, leurs progrès sont négligeables. Y a-t-il d'autres facteurs à considérer?

En 1978, Howarth *et al.* (47) établissent une corrélation entre la structure des parois cellulaires des fourrages et la capacité latente de ceux-ci à causer la météorisation. Par un essai simple mais efficace, ils démontrent que les cellules des feuilles des légumineuses non-météorisantes sont de 10 à 20 fois plus résistantes à la rupture mécanique que celles des légumineuses météorisantes.

En raison de cette découverte, les scientifiques modifient les objectifs du programme et tentent de trouver des plantes dont les substances qui provoquent la météorisation sont libérées lentement. G.L. Lees est embauché à Saskatoon pour étudier les caractéristiques anatomiques des plantes associées au ballonnement. Il détermine que la vitesse de digestion microbienne et la résistance des parois cellulaires constituent sans doute les deux facteurs les plus importants.

En 1981, l'équipe de sept scientifiques (45) de la Direction générale de la recherche et J.W. Costerton de l'Université de Calgary poursuivent les recherches de Lees et démontrent que les légumineuses qui favorisent la météorisation sont digérées plus rapidement que celles qui ne la favorisent pas, bien que dans l'ensemble, la digestibilité de chaque type d'aliment soit assez similaire. Par conséquent, à Saskatoon, Goplen et Howarth modifient les objectifs des programmes d'amélioration de la luzerne et tentent dorénavant de sélectionner des plantes dont la digestion initiale est lente. Les essais en laboratoire consistent à déposer des échantillons de légumineuses dans des sacs en nylon et de placer ceux-ci dans une panse artificielle pendant deux à trois heures. À Lethbridge, Cheng établit que la vitesse de digestion obtenue pendant ces essais en laboratoire se rapproche étroitement de la vitesse de digestion réelle observée dans la panse des moutons et des bovins.

Pendant que les scientifiques canadiens essaient de résoudre le problème de la météorisation en modifiant l'alimentation des vaches, ceux de la Nouvelle-Zélande procèdent à la sélection d'animaux plus ou moins vulnérables à ce phénomène. Leur objectif est de sélectionner des animaux résistant à la météorisation. Ils découvrent que les bovins peu vulnérables sécrètent 25 p. 100 moins de liquide gastrique que les animaux très sensibles au ballonnement. On croit qu'il s'agit d'une variation génétique pouvant être améliorée. Au Canada, Majak étudie chaque jour la formation de la mousse dans la panse des animaux. On donne de la luzerne fraîche hachée au bétail en vue de provoquer la météorisation. En général, les animaux météorisés produisent de la mousse avant même d'être nourris, car leurs liquides gastriques contiennent beaucoup de chlorophylle et un bon nombre de microorganismes, ce qui agit comme inoculum actif sur la fermentation des aliments ingérés. D'après ces résultats et ceux d'autres recherches, Howarth *et al.* (46) concluent que les microorganismes qui adhèrent aux membranes chlorophylliennes empêchent les bulles de la panse d'éclater, d'où la formation de mousse. Les espèces de légumineuses qui favorisent la météorisation sont plus facilement digérées par la flore du rumen que les autres espèces; les scientifiques connaissent les causes précises de ce phénomène et y ont recours pour sélectionner les légumineuses qui ne provoquent pas la météorisation.

Après la présentation des résultats de ces travaux à l'occasion du sixième Symposium international sur la physiologie des ruminants qui a lieu en septembre 1984, le vice-président, R.W. Dougherty, félicite les scientifiques d'Agriculture Canada d'avoir abordé de façon audacieuse le problème de la météorisation des bovins sur parcours. Il souligne particulièrement les progrès

exceptionnels réalisés grâce à l'étroite collaboration entre les botanistes et les zootechniciens.

Le problème de la météorisation n'est pas totalement éliminé, mais les scientifiques canadiens ont fait des progrès énormes depuis 1957, l'année où Miltimore amorce ses études. Les agriculteurs et les exploitants de parcs d'engraissement savent maintenant comment restreindre la fréquence de la météorisation, épargnant ainsi la vie de plusieurs milliers d'animaux chaque année.

NUTRITION

Oligo-éléments

Un certain nombre d'oligo-éléments sont essentiels à la croissance appropriée et à la subsistance du bétail. Lorsqu'on leur sert du fourrage produit sur des sols suffisamment pourvus en ces éléments, les bovins ne requièrent pas habituellement d'additifs alimentaires. Lorsque les sols contiennent un ou plusieurs oligo-éléments en concentrations excessives, le fourrage peut être toxique et, dans certains cas, provoquer la mort. Il y a parfois interaction entre les éléments ingérés, c'est-à-dire que les concentrations d'un élément peuvent agir sur celles d'un autre. Il peut aussi y avoir interaction entre les oligo-éléments et les vitamines. Il existe de nombreux oligo-éléments. Les trois exemples d'éléments qui suivent illustrent leur importance.

Manganèse

Une source de manganèse suffisante est essentielle au bon fonctionnement des systèmes reproductifs chez les mâles et les femelles. Les plus fortes concentrations de cet élément se retrouvent dans les organes glandulaires, particulièrement dans le foie (35). Il y a souvent une carence en manganèse lorsque les concentrations de calcium du fourrage sont excessives. En 1975, Hidiroglou et Shearer (41) découvrent que le manganèse joue probablement un rôle physiologique important dans les cycles reproductifs normaux des brebis. Cette théorie est confirmée trois ans plus tard par Hidiroglou, Ho et Standish (38) qui constatent que les brebis dont le fourrage contient peu de manganèse nécessitent deux fois plus d'accouplements pour être fécondées que les brebis recevant un apport normal de manganèse. L'origine de ce phénomène n'est pas déterminée de façon décisive. Yvan (50) constate que 30 p. 100 des concentrations de manganèse du rumen des moutons se trouvent dans les fractions protozoaires et bactériennes, ce qui signifie que les moutons eux-mêmes n'assimilent pas tout le manganèse ingéré.

Cuivre

Dans de nombreuses régions du Canada, les sols manquent de cuivre. En 1964, J.E. Miltimore de Summerland, en Colombie-Britannique, injecte du cuivre à des bovins mis en paissance sur des sols organiques à drainage médiocre, situés en

contre-bas. La prise de poids moyenne par jour augmente de plus de 200 g. Plus tard, en collaboration avec un certain nombre de collègues (60), il administre des injections de cuivre aux bovins de deux exploitations, et augmente ainsi la prise de poids quotidienne par animal de 188 g (22 p. 100). Dans le fourrage récolté sur des sols à drainage médiocre, il y a moins de cuivre que de molybdène (rapport Cu/Mo de 0,7), tandis que c'est l'inverse (rapport de 1,9) dans le fourrage récolté sur des sols bien drainés. Les concentrations de cuivre dans le poil des animaux sont de 50 p. 100 plus élevées chez les sujets ayant reçu des injections que chez les sujets témoins. La carence en cuivre est donc un facteur qui limite la croissance. En 1967, A.G. Castell, de Melfort, en Saskatchewan, soupçonne que les aliments des porcs sont déficients en cuivre car les animaux ne gagnent pas autant de poids que prévu. En conséquence, il ajoute un complément de 125 parties par million de cuivre (0,5 kg de sulfate de cuivre par tonne) à leur régime alimentaire. Ce supplément améliore le taux de croissance et l'efficacité alimentaire des jeunes truies dans une proportion de 9 p. 100.

Le cuivre peut aussi parfois être toxique pour le bétail. Hidiroglou, Heaney et Hartin (36) en décèlent des concentrations excessives (et, par conséquent, toxiques) chez les moutons élevés en réclusion totale. Les concentrations de cuivre relevées dans le foie des moutons sont jugées normales mais, puisqu'on reconnaît que des empoisonnements chroniques par le cuivre peuvent être causés par un apport modéré de cet élément et qu'en même temps, l'apport de molybdène et de soufre est faible, les scientifiques du Centre de recherches zootechniques estiment que les animaux n'absorbent pas une quantité suffisante de ces deux éléments. Par l'addition de micro-quantités de molybdène et de soufre dans les rations quotidiennes de chaque animal, les moutons excrètent davantage de cuivre et le taux de mortalité diminue rapidement. Ce léger changement apporté à l'alimentation reflète l'importance de l'interaction des minéraux chez le bétail.

À Agassiz, en Colombie-Britannique, W.T. Buckley s'intéresse à l'apport de cuivre dans l'alimentation du bétail, mais il se rend compte qu'il n'existe aucun radio-isotope approprié pouvant être utilisé comme traceur de l'élément. Toutefois, il existe un isotope stable du cuivre (^{65}Cu). Étant donné que celui-ci se prête aux essais prolongés et ne requiert pas les installations compliquées, qui s'imposent dans le cas des radio-isotopes, pour la protection des être humains ou des animaux, Buckley *et al.* décident de recourir à l'isotope stable. Le principal inconvénient de cet isotope est dû à la difficulté relative de le retrouver. Buckley *et al.* (3) conçoivent deux méthodes analytiques et les mettent à l'essai sur des bovins laitiers auxquels est administré un isotope stable du cuivre. Les deux méthodes mettent en évidence la même vitesse d'assimilation du cuivre, ce qui confirme que les techniques sont fiables et peuvent être utilisées pour d'autres essais de nutrition.

Sélénium

Les carences en vitamine E et en sélénium sont étroitement liées et peuvent souvent être traitées de façon simultanée. Les veaux qui naissent en hiver ou au

début du printemps semblent fréquemment bien portants puis, soudainement, ils peuvent perdre leur entrain, avoir moins d'appétit et, au bout de quelques jours, leur indifférence cède place à une ankylose. Leur corps entier peut être saisi de tremblements, ils se déplacent avec difficulté et ne peuvent plus s'alimenter et, au bout de 10 à 14 jours, ils meurent d'inanition s'ils ne sont pas soignés. Ces troubles sont les symptômes de la dystrophie musculaire nutritionnelle (DMN). Pendant les mois d'hiver, le fourrage sec dont sont alimentées les vaches a une faible teneur en vitamine E et, par conséquent, les jeunes animaux soumis à un régime lacté souffrent d'une carence en cet élément. Le sélénium joue aussi un rôle dans cette maladie.

Depuis deux décennies seulement, les nutritionnistes des animaux et les vétérinaires connaissent la cause et le remède de la DMN, aussi connue sous le nom de myopathie. En 1958, un scientifique américain découvre que le sélénium est un élément essentiel à la croissance. Depuis quelques années, il y a de plus en plus de signes que cette maladie est répandue dans les régions à sous-sol granitique présentant de faibles concentrations de sélénium. La maladie n'a jamais été observée sur les exploitations où le sélénium à l'état d'oligo-élément se trouve dans le fourrage à des concentrations supérieures à 0,1 ppm.

En 1960, à Kapuskasing, dans le nord de l'Ontario, les bovins de boucherie de la station expérimentale et des troupeaux commerciaux présentent des symptômes de la DMN. M. Hidiroglou administre du sélénium et de la vitamine E aux veaux sous forme d'injection. Les symptômes disparaissent, mais le scientifique ne peut approfondir la question car aucune méthode chimique n'existe alors pour doser le sélénium dans les tissus des plantes ou des animaux. En conséquence, M. Hidiroglou et R.B. Carson, chef des Services de chimie analytique, mettent au point une méthode (44) pour mesurer la teneur en sélénium. En 1967, après son affectation à l'Institut de recherches zootechniques à Ottawa, Hidiroglou, en collaboration avec Heaney et Jenkins (37), démontrent que la flore bactérienne de la panse des moutons métabolise le sélénium inorganique et l'incorpore à ses propres protéines. Le sélénium fixé peut alors être assimilé par les moutons.

Pendant ce temps, à Lethbridge, en Alberta, Slen, Demiruren et Smith (69) mettent en évidence que les moutons sur parcours auxquels on administre du sélénium produisent davantage de laine propre à fibres plus épaisses. En outre, le poids corporel des animaux traités au sélénium est supérieur à celui des animaux témoins dans une proportion de 8 à 11 p. 100, ce qui révèle une déficience de sélénium dans les sols du sud de l'Alberta.

Avant d'administrer du sélénium au bétail destiné aux établissements commerciaux, les scientifiques doivent déterminer si cet élément risque de contaminer les parties comestibles des bêtes ou le lait. K.J. Jenkins et H. Hidiroglou savent que le sélénium peut être toxique pour le bétail ou les êtres humains lorsque ses concentrations excèdent un taux minimal. Ces deux scientifiques procèdent à des centaines d'essais sur divers animaux et se rendent compte qu'il n'y a aucun risque que persistent des résidus de sélénium dans le lait ou les parties comestibles lorsqu'on administre des doses suffisantes pour

guérir la DMN. En raison de ces résultats, le ministère de la Santé du Canada et son équivalent aux États-Unis autorisent l'utilisation de cet élément.

Hidiroglou, Jenkins et Ivan (39) découvrent que les veaux dont les mères sont nourries d'ensilage d'avoine pendant les mois d'hiver ne souffrent pas de DMN, tandis que 3 sur 4 veaux issus de vaches nourries d'ensilage d'orge meurent de cette maladie. Les veaux issus de vaches auxquelles sont administrées du sélénium et de la vitamine E sont bien portants, peu importe le type de fourrage employé en hiver.

L'injection est une façon coûteuse et peu satisfaisante d'administrer le sélénium. En 1974, Jenkins et ses collègues de Kapuskasing (51) incorporent du sélénium aux pierres à lécher, ce qui est suffisant pour garder le bétail en santé. Par contre, certains animaux ne se servent jamais ou rarement des pierres à lécher. Cette année (1985), Hidiroglou, Proulx et Jolette (40) ont recours à une méthode australienne simplifiée pour administrer le sélénium au bétail. Il s'agit de faire ingérer à chaque vache deux boulettes de 30 grammes composées de sélénium dans une proportion de 10 p. 100 et de fer dans une proportion de 90 p. 100. En raison de la forte teneur en fer, les boulettes se fixent à l'aimant qui est souvent placé dans l'estomac de la vache pour empêcher les clous ou autres objets de fer pointus ingérés de perforer la paroi de la panse. Il y a interaction entre la flore bactérienne de l'estomac et le sélénium élémentaire, provoquant ainsi l'assimilation de ce dernier. Après les deux années d'essai à Kapuskasing, aucun veau issu de vaches à qui on a servi des boulettes de sélénium et de fer n'est atteint de DMN.

Le problème de la dystrophie musculaire nutritionnelle chez les moutons et les bovins est résolu. Malheureusement, chez l'être humain, la dystrophie musculaire est de nature héréditaire et les traitements efficaces pour le bétail ne conviennent pas à l'être humain.

Mycotoxines

Les métabolites secondaires des champignons filamenteux ont des effets biologiques à la fois bénéfiques et préjudiciables sur les animaux et les êtres humains. Le métabolite secondaire le plus connu est l'acide pénicillique, un antibiotique puissant provenant de la moisissure verte du pain. La pénicilline a d'abord été isolée en 1913. Les premières mycotoxines identifiées, des métabolites secondaires nuisibles aux mammifères, sont des alkaloïdes isolées en 1875 à partir de l'ergot, un champignon vénéneux qui croît sur les épis de diverses céréales. Il existe de nombreuses mycotoxines, portant toutes un nom précis. Dans ce texte, seul le terme général «mycotoxine» est employé.

La première épidémie mortelle d'empoisonnement par des mycotoxines éclate en 1962, en Angleterre, où des milliers de dindons meurent. Au Canada, le ministère de la Santé et du Bien-être examine constamment les produits céréaliers pour déceler les moindres traces de mycotoxines de manière à prévenir toute contamination de la chaîne alimentaire. En 1980, la situation est critique dans l'est du Canada : Santé et Bien-être Canada et Agriculture Canada

découvrent la présence de désoxynivalénol, une mycotoxine, dans le blé contaminé par *Fusarium graminearum*. La Direction générale de la recherche met en œuvre un programme intensif dans les stations de recherches de Harrow, Fredericton, Ottawa et Charlottetown, à l'Institut de recherches chimiques et biologiques, à l'Institut de recherches biosystématiques, et au Centre de recherches zootechniques à Ottawa, sur la biologie des mycotoxines qui attaquent les céréales dans les champs. Depuis un certain nombre d'années, la Station de recherches de Winnipeg étudie les mycotoxines produites dans les céréales entreposées.

I.A. de la Roche, directeur de l'Institut de recherches chimiques et biologiques, forme une équipe composée de chimistes et d'un spécialiste de la physiologie des champignons pour étudier la chimie, la biologie et les réactions physiologiques des mycotoxines de *Fusarium*. Il importe d'abord de mettre au point une méthode fiable de production de mycotoxines en laboratoire. En septembre 1982, Miller, Taylor et Greenhaug (58) y parviennent et approvisionnent en mycotoxines le Centre de recherches zootechniques qui procède à des études sur les animaux de ferme et Santé et Bien-être Canada qui mène des essais sur des animaux de laboratoire.

R.S. Gowe, directeur du Centre de recherches zootechniques, crée une autre équipe multidisciplinaire, formée de zootechniciens, dont le mandat consiste à déterminer les niveaux admissibles de mycotoxines dans le fourrage et de les identifier dans les produits d'origine animale comme la viande, le lait et les œufs. Tremholm et ses collègues (75) établissent avec précision les seuils de toxicité des mycotoxines en collaboration avec Santé et Bien-être Canada. Par conséquent, la limite admissible de mycotoxines dans le blé non criblé passe de 0,3 partie par million à 2 parties par million.

Au Canada, les recherches sur les mycotoxines de *Fusarium* sont menées par les scientifiques du laboratoire de la région de l'Atlantique du Conseil national de recherches. Santé et Bien-être Canada, les universités de Québec, McGill, Carleton, de Guelph et de la Saskatchewan, plusieurs sociétés privées, la Direction générale de la production et de l'inspection des aliments d'Agriculture Canada ainsi que par l'équipe originale de la Direction générale de la recherche. Le Canada est actuellement le chef de file en la matière; toutefois, le problème est loin d'être résolu. Les essais du Centre de recherches zootechniques démontrent que le blé contaminé naturellement présente habituellement une toxicité supérieure à celle de concentrations similaires de toxine pure, ce qui met en évidence que de nombreuses nouvelles toxines secondaires produites par *F. graminearum* et relevées par l'équipe de l'Institut de recherches chimiques et biologiques sont présentes dans les céréales sous des formes non identifiées actuellement.

Toutefois, Miller, Young et Sampson (59) font un certain nombre de découvertes encourageantes. Par exemple, certains cultivars de blé et peut-être de maïs possèdent des enzymes qui peuvent dégrader les toxines. Le blé et le maïs n'ont qu'une résistance modérée à la brûlure de l'épi, un symptôme de piétin fusarien causé par *Fusarium* spp. L'étude de leur système de dégradation

enzymatique peut permettre de trouver d'autres solutions au problème des agriculteurs de l'est du Canada. Des chercheurs étudient actuellement les problèmes qui risquent d'être suscités par les espèces toxigènes de *Fusarium* de l'ouest de Canada.

PORCS

Race Lacombe

En 1957, Fredeen et Stothart (16) de la station expérimentale Lacombe présentent la première race de porc développée et enregistrée au Canada. En 1944, R.M. Hopper, régisseur de la Ferme expérimentale de Brandon propose d'améliorer la production des porcs par des techniques d'hybridation similaires à celles employées pour l'amélioration du maïs. R.D. Sinclair, doyen de la faculté d'agriculture de l'Université de l'Alberta, acquiesce. On choisit la station de Lacombe pour créer une race de porc blanc à fort rendement qui, par son
216 croisement avec des porcs Yorkshire, donnera des descendants vigoureux dont la carcasse présente des caractéristiques souhaitables.

En 1947, H.T. Fredeen et J.G. Stothart sélectionnent les sujets-souches parmi les races Berkshire, Danish–Landrace et Chester White avec lesquels ils espèrent obtenir une nouvelle race qui se prête au croisement avec les porcs Yorkshire. Ils choisissent une femelle de race Berkshire, malgré sa couleur noire, en raison de sa forte production laitière, de l'uniformité du dos et du jambon charnu. Les races Danish–Landrace et Chester White sont sélectionnées pour leur couleur blanche et la qualité du bacon. Parmi les sept verrats des sujets-souches, cinq sont des hybrides issus des deux races choisies. Les deux autres, utilisés au cours des derniers accouplements des sujets-souches en 1951, sont des verrats Danish–Landrace de race pure.

Les femelles de premières générations issues du croisement original sont accouplées avec des mâles de la race de leur père, mais non pas avec leur père. Les descendants de ce rétrocroisement sont alors accouplés entre eux. Pour chaque génération, les reproducteurs sont choisis selon la performance de la bête elle-même, de ses frères et soeurs et des cosanguins par rapport à une combinaison de critères d'importance économique, notamment le nombre de porcelets par portée et le poids de ces derniers au sevrage et à l'âge de six mois, les tétines (14 tétines normales espacées uniformément), la vigueur, l'état physique, la force des pieds et des pattes, l'absence de défauts de conformation, la qualité de la carcasse, le taux de croissance et les besoins nutritionnels. Dans tous les cas, la performance est évaluée conformément à la politique canadienne d'essais pour le contrôle d'aptitudes (ROP). Le fait que seuls 6 p. 100 des mâles et 25 p. 100 des femelles sevrés servent aux accouplements ultérieurs met en évidence la rigueur de la sélection. Ces sujets sont des descendants de tous les porcs de tête de lignée, à savoir sept mâles et six femelles, et sont choisis sur 716 portées.

La nouvelle race doit être blanche. La pigmentation noire est associée au ventre pigmenté, ce qui nécessite l'enlèvement des tissus mammaires pigmentés

avant le traitement de la flèche de bacon. Parmi les gènes de la pigmentation blanche et de la pigmentation noire, ceux de la pigmentation blanche sont dominants. En conséquence, toute la progéniture du premier croisement et du rétrocroisement avec les verrats Landrace–Chester sont blancs. Toutefois, certains d'entre eux possèdent des gènes transmettant les poils noirs, lesquels apparaissent pour la première fois en 1950 chez les descendants de trois des six verrats de rétrocroisement. Tous les porcs à poils noirs sont soumis aux essais du contrôle d'aptitude. En 1955, on élimine les faibles risques d'engendrement de porcs à poils noirs en accouplant chaque porc Lacombe avec des porcs Berkshire pedigree. Si les portées qui en résultent n'ont aucun porcelet à poils noirs, le mâle ou la femelle Lacombe n'ont aucun gène récessif et servent aux accouplements ultérieurs. Depuis 1959, tous les descendants de cette dernière race sont blancs.

Afin de créer une nouvelle race qui se prête au croisement avec les porcs Yorkshire et donne des descendants supérieurs aux deux parents, on élève 392 portées de porcs Yorkshire. Ces porcs servent de troupeau témoin pour l'évaluation de la race Lacombe. De 1954 à 1956, on évalue le rendement de celle-ci par rapport à ce troupeau témoin et à deux autres troupeaux de porcs de race Yorkshire de la Station expérimentale de Scott et de la Ferme expérimentale d'Indian Head, en Saskatchewan. Dans tous les cas, le rendement des porcs Lacombe est supérieur à celui des porcs Yorkshire pour ce qui est du nombre de porcelets par portée, du poids moyen et de l'âge auquel l'animal atteint 90 kilogrammes. Les porcs Lacombe ne sont dépassés par les porcs Yorkshire que pour les caractéristiques de carcasse. Quand les deux races sont croisées, les hybrides qui en résultent ont un meilleur rendement que les porcs Yorkshire sur tous les plans.

La nouvelle race Lacombe est inscrite aux livres généalogiques en 1957 et mise sur le marché en 1958. L'inscription est basée sur le potentiel de rendement et se limite aux animaux qui ne transmettent que des poils blancs à leur descendance. L'Association canadienne des éleveurs de Lacombe est constituée en 1959. En 1968, 12 p. 100 de tous les certificats généalogiques délivrés aux éleveurs de porcs au Canada sont décernés à des porcs Lacombe de race pure. Ceux-ci sont exportés dans 13 pays mais, en raison de leurs caractéristiques similaires à celles des porcs Danish–Landrace et de certains défauts, ils ne revêtent actuellement qu'une importance secondaire dans la production des porcs hybrides.

Classement des porcs

Le classement des porcs commerciaux sur pied à l'échelle nationale commence au Canada en 1922. Les objectifs du programme sont de fixer des normes uniformes de qualité pour l'établissement des prix et d'encourager l'amélioration des porcs mis en marché (15). En 1937, on adopte un procédé de classement des carcasses. En 1944, des normes obligatoires sévères sont établies. Aucune modification n'est apportée jusqu'en 1968, au moment où

Fredeen conçoit un système d'indice de la valeur des carcasses parées par les entreprises commerciales. Le système accorde la préférence aux carcasses qui pèsent entre 56 et 81 kg et dont l'épaisseur de graisse est inférieure à 50 mm sur les petites carcasses et à 85 mm sur les plus grosses. En 1969, 48 p. 100 des porcs canadiens destinés à l'abattage satisfont aux normes. Puisque les producteurs sont rémunérés en fonction d'un système de classement précis, au bout de six ans, ce pourcentage passe à 60 p. 100. Les éleveurs de porcs reconnaissent les avantages de l'utilisation d'un troupeau reproducteur supérieur sur le plan génétique, de la gestion du troupeau afin de réduire l'épaisseur de graisse des carcasses et de la mise en marché des porcs ayant un poids vif approprié. Selon Fredeen (15), le système entraîne une augmentation du poids des porcs parés à l'abattoir et vendus au détail de 0,47 kg par carcasse, ce qui représente un total de 3,7 millions de kg en 1974. A. Fortin du Centre de recherches zootechniques d'Ottawa, en collaboration avec D.W. Sim de la Direction générale de la production et de l'inspection des aliments d'Ottawa et A.H. Martin, H.T. Fredeen et G.M. Weiss de la Station de recherches de Lacombe, poursuivent les études sur le classement et établissent (14) qu'une seule mesure, plutôt que deux, de la graisse de la longe suffit pour déterminer précisément l'épaisseur de la graisse d'une carcasse. La qualité des carcasses livrées aux abattoirs canadiens par les éleveurs de porcs s'améliore et, par conséquent, en 1981, Fortin, Hoskins et Sim (13) réévaluent le classement, c'est-à-dire l'épaisseur de la graisse en fonction de la catégorie, pour que le système soit compatible avec les conditions réelles de l'industrie. En 1969, Freeden reçoit une prime au mérite de la Commission de la Fonction publique du Canada pour avoir créé la race Lacombe, amélioré le système de classement et joué un rôle de chef de file dans l'amélioration du bétail.

MOUTONS

R. Robertson, régisseur de la Ferme expérimentale de Nappan, en Nouvelle-Écosse, est le premier à introduire des moutons dans les fermes expérimentales. Au printemps de 1898, il achète 24 moutons et les met en pâturage sur 10 acres (4 ha) de terre de qualité médiocre afin d'améliorer celles-ci sans avoir recours au fumier ou à des engrais. Robertson signale que même si les sols sont quelque peu enrichis, les moutons ne donnent pas les résultats escomptés. L'année suivante, il consacre deux acres à la culture de colza qui sert de fourrage plus tard dans la saison et vend les agneaux de printemps au prix du fourrage consommé pendant l'hiver précédent. Il troque la laine contre du fourrage d'été supplémentaire. Les résultats finaux de Robertson ne sont pas publiés. En 1914, il quitte son poste avant la fin de l'expérience. D'après les rapports ultérieurs, il n'y a aucune amélioration appréciable du pâturage.

À la Ferme expérimentale centrale, J.H. Grisdale introduit les premiers moutons en avril 1899, dont quatre brebis, quelques agneaux, un bélier Leicester de race pure et un bélier Shropshire de race pure. Il se procure aussi 18 moutons de classe d'un boucher citadin. La race Shropshire donne une laine

courte et la Leicester une laine longue. Grisdale espère faire valoir auprès des agriculteurs les avantages d'avoir recours à des mâles de race pure pour améliorer les troupeaux, rassembler des données sur le coût de l'élevage des agneaux en vue de leur commercialisation et évaluer l'efficacité du fumier de mouton pour enrichir le sol et le rôle des moutons dans la lutte contre les mauvaises herbes.

En 1915, l'élevage des moutons est pratiqué à Charlottetown, à l'Île-du-Prince-Édouard, à Cap-Rouge et à Lennoxville, au Québec, à Brandon, au Manitoba, à Indian Head et à Scott, en Saskatchewan, à Lethbridge et à Lacombe, en Alberta, et à Agassiz, en Colombie-Britannique ainsi qu'à Nappan et à Ottawa. Dans tous les cas, l'objectif est le même que pour le gros bétail, c'est-à-dire de mettre un troupeau d'ovins reproducteurs vigoureux à la disposition des éleveurs dans la région desservie par chaque ferme ou station expérimentale. En outre, certaines équipes mènent de simples essais sur l'alimentation dont l'objet est, dans bon nombre de cas, de déterminer le coût de la mise en marché d'un agneau ou du maintien d'une brebis pendant un an.

Amélioration

En 1925, S.J. Chagnon de la Division de zootechnie à Ottawa signale que les agneaux issus du croisement des ovins Shropshire avec des moutons Leicester atteignent la maturité à un âge plus précoce et sont plus lourds que les agneaux de race pure. Dans l'Ouest canadien, les brebis de six ans ne résistent pas au climat rigoureux des Prairies, tandis que dans l'est du Canada, où les conditions sont plus favorables, les brebis ont deux ou trois portées supplémentaires. En 1936, les techniques de recherche sur les moutons employées par la Division de zootechnie se perfectionnent. S.B. Williams et P.E. Sylvestre procèdent à l'analyse comparative des brebis de 4 et 5 ans de sang pur et celles issues de croisements, et en concluent que les brebis plus âgées des prairies de l'Ouest accouplées à des béliers Shropshire peuvent nettement faire concurrence aux brebis domestiques de l'est pour ce qui est de l'agnelage. Williams et Sylvestre mettent à l'essai de nombreux autres croisements, systèmes de gestion et régimes alimentaires chez les moutons.

En raison de la conformation médiocre de la race Rambouillet en Alberta et en Saskatchewan, L.B. Thomson, régisseur de la ferme d'expérimentation sur les terrains de parcours, à Manyberries, en Alberta, amorce un programme d'amélioration afin de produire une brebis de pâturage vigoureuse et de bonne conformation. En 1935, il importe des États-Unis 15 béliers Romney-Marsh de race pure de bonne conformation et achète 520 brebis Rambouillet issues des meilleurs troupeaux de pâturage du sud-est de l'Alberta. Il croise ces deux races, puis met fin à l'introduction de sujets de manière à ce que tous les accouplements ultérieurs se produisent entre des hybrides sans lien de parenté. Après 12 ans de sélection constante et rigoureuse en vue d'améliorer la qualité de la laine et de la viande, une nouvelle race canadienne de mouton, baptisée Romnelet, est inscrite aux livres généalogiques. Cette race peut résister aux rigueurs de

climat de l'Ouest canadien, a l'instinct grégaire, donne une laine à mèche longue et fine et a un corps profond et trapu, produisant ainsi des carcasses d'agneaux de premier choix. Les résultats des essais de la nouvelle race en pâturage sont très satisfaisants. Celle-ci acquiert une renommée et est adoptée par bon nombre d'éleveurs.

À Lethbridge, Rasmussen (64) est le premier Canadien à étudier l'héritabilité du poids de la laine. À Manyberries, Thomson réforme avec un certain succès les moutons en fonction de l'héritabilité du poids de la laine et Rasmussen confirme que le coefficient d'hérédité de ce caractère est de 56 p. 100. Ce dernier conclut que la sélection donne lieu à une nette amélioration du poids de la laine. L'unique laboratoire du ministère de l'Agriculture où l'on procède à des essais sur la laine est construit à la Station expérimentale de Lethbridge en 1946 par Rasmussen dans le but d'étudier de façon plus approfondie la génétique, la nutrition et la gestion des ovins. Au cours de la même année, Rasmussen obtient la nomination de S.B. Slen, un spécialiste de la laine, à la Direction du laboratoire. Avec Veseky et Peters, Slen (80) étudie les relations qui existent entre l'âge et la race des moutons et le rendement des toisons. Banky (68) et Slen poussent davantage l'étude pour tenir compte du type d'élevage (portées simple, double ou triple) et des répercussions des conditions météorologiques. L'âge de la mère et le type d'élevage ont un effet négligeable sur le rendement des toisons. Par contre, les races elles-mêmes et les conditions météorologiques qui varient d'une année à l'autre constituent les facteurs qui influent le plus sur la production. Les améliorateurs de moutons peuvent donc tenter en toute confiance d'accroître le rendement des toisons par voie de sélection à condition de se limiter aux agneaux nés la même année.

En dépit de ces découvertes, au milieu des années 1940, la population de moutons au Canada commence à diminuer de façon constante (voir Tableau 16.2) sauf en 1942 et en 1946, où elle augmente légèrement. Cette baisse est principalement due au fait que les éleveurs de mouton ne sont pas disposés à vivre dans les conditions rigoureuses des Prairies. Parmi les autres causes de cette diminution de la population, mentionnons les pertes dues aux prédateurs, la pénurie de reproducteurs à fort rendement, une gestion inadéquate, des programmes d'alimentation insatisfaisants, le mauvais traitement des maladies, le manque d'innovation dans la création des produits et le fait que l'agneau est peu prisé par les détaillants et les consommateurs. Certains de ces problèmes sont provoqués par la nature saisonnière de l'industrie, car les agnelets naissent uniquement au printemps. Slen, Whiting et Rasmussen (70) de Lethbridge préparent une publication de type manuel à l'usage des éleveurs de mouton, mais même cette mesure ne permet pas d'enrayer la réduction continue des populations de moutons.

Il y a interaction lorsque deux espèces ou plus d'animaux ou de plantes réagissent différemment dans des situations diverses. On constate fréquemment des interactions lorsque certaines races de bétail ou variétés de plantes ont un meilleur rendement que d'autres dans des conditions climatiques différentes. G.M. Carman de la Division de zootechnie à Ottawa, et R.C. Carter de la *Virginia*

Polytechnic Institute, à Blacksburg, en Virginie, étudient les interactions entre diverses races de mouton en ces deux endroits, qui se trouvent à près de 9 degrés de latitude (870 km environ) l'un de l'autre. De 1961 à 1965, ils emploient cinq portées d'agneaux afin de comparer le rendement des brebis et des agneaux hybrides issus du croisement des North Country Cheviot et des brebis Leicester de la région du Lac-Saint-Jean au Québec et celui des brebis issues du recroisement des races Hampshire et Hampshire–Rambouillet de la *Virginia Agricultural Experiment Station* (Station expérimentale agricole de la Virginie). D'après Carter, Carman, McClaugherty et Haydon (5), lorsque la moitié de chaque troupeau est élevée à Ottawa et l'autre moitié à Blacksburg, les facteurs d'adaptation les plus importants sont reliés au potentiel reproductif des brebis. À Blacksburg, les hybrides de Hampshire mettent bas 18 jours avant les brebis Cheviot. À Ottawa, l'écart n'est que d'un jour. À Blacksburg, 91 p. 100 des brebis Hampshire mettent bas et seulement 80 p. 100 des brebis Cheviot donnent naissance à des agnelets. À Ottawa, le pourcentage est le même pour les deux races, à savoir de 93 p. 100. Aussi, les agneaux des deux races d'ovins ont un meilleur rendement lorsqu'ils sont élevés dans la région de sélection, à savoir en Virginie pour les agneaux Hampshire et en Ontario pour les agneaux Cheviot. Carter et Carman en concluent que l'adaptation à la région des races de brebis et des hybrides constitue un facteur d'importance économique pour la production totale.

Tableau 16.2 Populations canadiennes de moutons au milieu de l'année[1]

Année	Moutons (milliers)	Année	Moutons (milliers)
1871	3156	1973	779
1881	3049	1974	730
1891	2564	1975	650
1901	2510	1976	577
1911	2174	1977	559
1921	3204	1978	587
1931	3627	1979	648
1941	2840	1980	734
1951	1968	1981	830
1961	1773	1982	822
1971	851	1983	809

[1]Statistique Canada.

Systèmes de production

Dans des conditions naturelles, les moutons se reproduisent selon un cycle saisonnier, et les systèmes de gestion classiques prévoient une portée par année. On décourage les naissances multiples, car l'élevage des agneaux orphelins qui résulte de ces mises bas est difficile. On est loin d'utiliser le plein potentiel du système. En dépit de ce fait, en 1977, les consommateurs canadiens achètent

des agneaux surgelés importés d'une valeur de 37,6 $ millions et d'autres produits du mouton d'une valeur de 111 $ millions. Les revenus des éleveurs de mouton canadiens pendant cette année n'atteignent que 21,4 $ millions, et il apparait donc que l'industrie canadienne du mouton et de l'agneau a des possibilités énormes de développement et d'expansion.

En 1967, J.J. Dufour de Lennoxville, au Québec, tente de prolonger la saison de reproduction des moutons en croisant des moutons australiens de race Dorset avec des moutons Leicester et Suffolk du Canada. Pendant les quatre années suivantes, des béliers Dorset–Leicester sont accouplés à des brebis Dorset–Suffolk (et l'inverse), puis les moutons Dorset–Leicester–Suffolk (DLS) sont accouplés entre eux. En 1974, Dufour (10) signale que les saisons de reproduction des moutons DLS sont plus longues que celles des trois races parentales. En 1983, Fahmy (11) accouple des brebis DLS avec des béliers Finnish–Landrace afin d'augmenter la taille de la portée, et obtient ainsi 55 agneaux sevrés supplémentaires sur un total de 100 portées. En outre, au sevrage, ces agneaux pèsent 3 kg (11 p. 100) de plus que les agneaux mis bas par les DLS. Même si le programme d'amélioration des moutons de Lennoxville est dans son enfance, il favorise déjà la productivité de l'industrie de l'élevage des ovins au Canada.

Puisqu'il a travaillé avec J.A. Vesely et G. Kozub (79) à Lethbridge et à Manyberries, en Alberta, H.F. Peters de l'Institut de recherches zootechniques sait que le poids à l'abattage des animaux issus de croisement des deux races dépasse celui des bêtes de race pure de 6 p. 100 et celui des animaux issus de trois races, de 11 p. 100. D'après les études d'autres chercheurs, il sait également que la photopériode influe sur le système de reproduction des moutons. Par exemple, Vesely et Bowden (78) de Lethbridge démontrent que les brebis Rambouillet et Suffolk exposées à 16 heures d'éclairement par jour pendant 106 jours, puis à 8 heures d'éclairement par jour pendant une période de même durée, produisent respectivement 24 et 39 p. 100 de plus d'agneaux que les brebis témoins, qui sont exposées à l'éclairement diurne normal. Peters est aussi au courant que certaines races tendent à avoir de plus grosses portées, et d'autres, à croître rapidement et à donner une viande maigre. D'après Vesely (77), c'est le cas des moutons Finnish–Landrace.

Le programme amorcé par Peters de l'Institut de recherches zootechniques en 1968 et auquel ont collaboré de nombreuses autres personnes, dont D.P. Heaney, L. Ainsworth, A. Fortin, A.J. Hackette, K.E. Hartin, G.A. Langford, J.N.B. Shrestha et P.S. Fiser, vise à mettre au point un système de production intensive de moutons en claustration totale par des techniques similaires aux méthodes perfectionnées employées pour l'élevage de la volaille. Parmi les réalisations des chercheurs, mentionnons la prolongation de la période d'accouplement sur toute l'année, la diminution des intervalles entre les agnelages, l'accouplement précoce des agnelles, l'augmentation de la taille des portées, l'élevage artificiel et l'accélération et l'amélioration de la croissance. Pour atteindre ces objectifs, les chercheurs ont dû avoir recours à des techniques d'amélioration et de gestion de pointe. Heaney *et al.* (31) font état de ces

travaux. Smith, Howell et Lee de l'Université de la Saskatchewan ainsi que Shrestha (71) procèdent à une analyse économique des résultats des 12 premières années d'études.

Les recherches sur ce nouveau système d'élevage des moutons se poursuivent. Les résultats obtenus jusqu'à ce jour sont encourageants. D'après les experts-conseils de l'Université de la Saskatchewan, les personnes qui élèvent les agneaux en vue de leur mise en marché peuvent exploiter les aptitudes reproductives des brebis au moyen d'un système de gestion intensive en claustration totale. Dans ces conditions, un troupeau de 100 brebis peut produire 300 agneaux par an, car chaque brebis a deux portées en trois ans, ce qui représente une production de 280 p. 100 par mise bas (2,8 agneaux par brebis, ou 40 p. 100 environ dans le cas des naissances de jumeaux et 25 à 30 p. 100 dans le cas des portées de trois agneaux ou plus). Cette productivité accrue est le fruit des croisements, de la sélection et des systèmes perfectionnés de gestion.

La gestion intensive, qui prévoit la stabulation des moutons toute l'année et la division du troupeau en deux groupes accouplés en alternance, offrent plusieurs avantages : les pertes dues aux prédateurs et aux parasites sont éliminées; les clôtures ne sont plus nécessaires, sauf pour la protection des cultures; il y a utilisation optimale de la main-d'œuvre et des bâtiments étant donné que ceux-ci servent toute l'année; et, par tête de brebis, la taille des bâtiments est réduite au minimum car les installations destinées à l'agnelage et à l'élevage sont utilisées constamment plutôt que sur une base saisonnière, comme c'est le cas pour un seul troupeau. À présent, le marché et les consommateurs sont approvisionnés en agneaux canadiens frais 12 mois par année.

Les propriétaires d'exploitations commerciales d'élevage des moutons commencent à avoir recours à certaines techniques mises au point dans le cadre de ce programme. La population canadienne d'ovins a augmenté de plus de 40 p. 100 (voir Tableau 16.2) depuis 1977, année où elle est à son plus bas niveau, grâce à l'utilisation commerciale des moutons Finnish–Landrace qui permettent d'augmenter le nombre d'agneaux par mise-bas; et des moutons Dorset–Shorthorn qui permettent de prolonger la saison de reproduction. Selon des estimations fiables, le nombre de brebis qui se reproduisent dans des conditions contrôlées en vue de satisfaire à la demande hors saison atteint 10 000 par an. Plus d'exploitants ont recours à l'élevage artificiel, bien que le nombre d'agneaux sélectionnés à cette fin soit limité. Aucune entreprise commerciale n'élève encore les moutons en claustration totale.

Alimentation

La production intensive des moutons requiert une alimentation appropriée des brebis et des agneaux. Comme dans le cas des bovins, qui sont aussi des ruminants, les moutons ont besoin de fourrage grossier comme les herbages, le foin et l'ensilage dans leur régime alimentaire. Pendant les années 1950, les éleveurs de bovin laitier reconnaissent que l'ensilage de graminées et de légumineuses constitue un aliment approprié pour les bovins. De 1955 à 1957, G.M.

Carman et ses collègues de la Division des bestiaux et des volailles, à Ottawa, étudient le régime alimentaire des moutons. D'après les résultats des recherches menées au Kentucky, Carman sait que les ensilages de luzerne et de graminée ont souvent moins de valeur que le foin de luzerne et de graminée pour les moutons. Les résultats diffèrent. Par conséquent, Carman, Pigden, Haskell et Winter (4) procèdent à une étude de trois ans sur les brebis et déterminent que l'ensilage légumineuse-graminée mélangé au foin dans diverses proportions n'a aucun effet ni sur le poids à la naissance, ni sur le poids au sevrage ni sur le poids de la laine des brebis. Cependant, la qualité des agneaux issus de brebis alimentées de foin est supérieure à celle des agneaux issus de brebis nourries d'ensilage. En outre, seulement 70 p. 100 des agneaux issus de brebis alimentées d'ensilage survivent tandis que ce pourcentage est de 88 p. 100 pour les agneaux issus de brebis nourries de foin. Cette différence est due au fait que les brebis qui sont nourries d'ensilage ne produisent pas suffisamment de lait pour subvenir aux besoins des agneaux pendant les deux semaines qui suivent l'agnelage. Ces résultats confirment que le fourrage des brebis doit être constitué d'au moins 66 p. 100 de foin pendant la gestation.

VOLAILLE

Production des œufs

Deux ans après la création du réseau de fermes expérimentales, A.G. Gilbert, un aviculteur commercial prospère est choisi comme chef de la Division des volailles. La partie I de cette section traite des recherches qu'il a menées afin d'obtenir des lignées de plusieurs races de volailles capables de pondre beaucoup d'œufs et des concours de ponte lancés en 1979 par F.C. Elford, le nouvel aviculteur du Dominion, auxquels sont inscrites des lignées de départ. Elfort et son successeur, G. Robertson (1937 à 1946), sont tous les deux aviculteurs, mais n'ont pas bénéficié d'une formation scientifique. Robertson nomme trois assistants, à savoir A.G. Taylor (sauvagine), H.S. Gutteridge (nutrition) et S.S. Munroe (génétique). En 1946, Gutteridge accède au poste d'aviculteur du Dominion.

Au début, les aviculteurs commerciaux visent principalement à améliorer la production des œufs; la viande n'est qu'un sous-produit des volailles à double fin. La race Pymouth Rock barrée est la plus populaire. Les premiers essais de croisement sont exécutés à la Ferme expérimentale centrale où, en 1888, A.G. Gilbert croise des coquelets Brahma avec des poules Plymouth Rock. Il espère ainsi améliorer la qualité de la viande. À son avis, l'expérience est couronnée de succès, car les oiseaux issus des croisements prennent 1,5 livre (0,68 kg) par mois, ce qui représente un gain total de 6 livres et 2 onces (2,8 kg) en 18 semaines. Ce croisement qui est répété à maintes reprises donne de meilleurs résultats que plusieurs autres.

En 1927, le troisième Congrès mondial d'aviculture a lieu à Ottawa, en Ontario, sous les auspices de son excellence le gouverneur général, Viscount Willingdon, et de F.C. Elford, l'aviculteur du Dominion comme directeur général. L'assistance est

prodigieuse, même selon les critères actuels : 1 932 représentants de 28 pays. Ce congrès stimule la production commerciale de volailles et les recherches en ce domaine au Canada.

En 1948, certains éleveurs transfèrent les poules de leurs cases situées au sol, où s'assemblent quelques centaines d'oiseaux, à des cages, qui accueillent entre un et cinq oiseaux. Les cages peuvent être empilées en batterie et le nombre d'oiseaux par unité de surface augmente sensiblement. Les exploitations commerciales ont recours à des races pures jusqu'en 1945, au moment où certains éleveurs commencent à être sensibilisés aux avantages des croisements et de l'utilisation des oiseaux hybrides.

Dès 1941, en collaboration avec les chercheurs des stations expérimentales de Harrow, en Ontario, et de Charlottetown, à l'Île-du-Prince-Édouard, Gutteridge et O'Neil (28) de la Division de la volaille, découvrent que le milieu influe davantage sur la production et le moment de la première ponte que l'hérédité, que ces deux facteurs influent autant l'un que l'autre sur le poids des œufs et que le poids maximal est davantage fonction de l'hérédité que des conditions distinctes prévalant dans les trois emplacements. Toutefois, les différences génétiques ne sont ni importantes ni bien caractérisées. Deux ans plus tard, Gutteridge, Pratt et O'Neil (29) se rendent compte que les poules de race Plymouth Rock barrée logées dans des cages disposées en batterie produisent 30 œufs de plus par poule que celles élevées dans des cases au sol.

De 1950 à 1973, Gowe *et al.* (27) effectuent une série d'études poussées sur les interactions génotype-environnement chez la volaille. Les établissements de recherche situés d'Agassiz à Charlottetown participent à ces premières études jusqu'en 1963. L'une des études (23) consiste à comparer le rendement de sept lignées de volailles logées dans des cases au sol et dans des cages; cette étude est amorcée au moment où les éleveurs commencent à utiliser des cages pour loger les poules pondeuses. Les chercheurs montrent clairement que certaines lignées ont une meilleure performance que d'autres lorsque les volailles sont logées dans des cages. En 1985, au Canada, la plupart des poules pondeuses sont élevées dans des cages. On étudie aussi à fond les effets des rations restreintes et des rations complètes ainsi que de l'emplacement des exploitations.

Le projet à long terme de sélections, entrepris pour améliorer un certain nombre de caractères (24) chez plusieurs lignées de Leghorn, est amorcé par Gowe en 1950 et se poursuit à l'heure actuelle; c'est la première étude sur la volaille à avoir recours à des races témoins choisies de façon aléatoire. Les chercheurs trouvent un moyen d'établir une distinction nette entre les caractères transmis par hérédité et ceux qui sont liés aux conditions du milieu. L'étude théorique du modèle des populations témoins (25) ainsi que la démonstration effective de leur valeur constituent deux étapes importantes de ces études de sélection. La production s'accroît de plus de 70 œufs pendant une période de ponte de 51 semaines, à un rythme de 2,4 œufs par poule par an pendant plus de 30 ans d'étude. En même temps, la taille des œufs, la résistance des coquilles et la qualité de l'albumen augmentent, alors que diminuent le taux de mortalité, la taille, l'âge de la maturité sexuelle et la fréquence moyenne des taches de

sang. Ces lignées notablement améliorées sont mises à la disposition des sélectionneurs de volaille au Canada pour qu'ils puissent poursuivre les recherches et intégrer les nouvelles techniques à leurs programmes d'amélioration; ces lignées témoins uniques offrent un effectif génique d'importance.

Le croisement diallèle à grande échelle des six lignées choisies de Leghorn dont font état Fairfull *et al.* (12) en 1983, constitue l'étude définitive sur les niveaux généraux d'hétérosis, les effets réciproques et les aptitudes générales et précises de combinaison des lignées. L'hétérosis et les effets réciproques sont essentiels pour tous les caractères clés comme la production des œufs, la viabilité et la taille. Parce qu'il a grandement contribué par ses recherches aux progrès de l'industrie de la volaille au Canada, R.S. Gowe, directeur du Centre de recherches zootechniques, reçoit une prime au mérite de la Commission de la Fonction publique, en 1980.

Amélioration de la résistance aux maladies

Deux maladies virales de la volaille font l'objet d'un programme de recherche productif mené conjointement par le Centre de recherches zootechniques et l'Institut de recherches vétérinaires et qui profite à ces deux institutions. Bien que ce dernier fasse partie d'Agriculture Canada, il relève de la Direction générale de la production et de l'inspection des aliments. De 1937 à 1952, l'Institut et ses laboratoires relèvent du Service des sciences.

La maladie de Marek est d'abord relevée chez les volailles en 1907 par le professeur Marek, en Hongrie. Cette maladie est causée par un virus qui provoque la formation de tumeurs sur les nerfs, les muscles et les viscères, ce qui entraîne l'asthénie et, finalement, la mort. Le virus parasite le plumage et les déchets de peau des volailles contaminées et est transmis sur ces particules dans l'air. La paroi intérieure des œufs qui éclosent n'est pas contaminée; par conséquent, les poussins nouvellement éclos ne sont pas infectés à condition qu'on les éloigne des particules de poussière contaminées. Au Canada, au cours des années 1960, la maladie de Marek entraîne des pertes de 20 $ millions environ par an. La seule solution est de détruire toutes les volailles contaminées, de nettoyer à fond les bâtiments et l'équipement et de recommencer de nouveau avec des poussins d'un jour non contaminés.

En 1969, des scientifiques du Royaume-Uni font une découverte importante : Churchill, Payne et Chubb immunisent des poussins d'un jour contre la maladie de Marek en leur injectant un virus actif atténué. Le vaccin réussit à réduire considérablement les pertes dues à la maladie de Marek, mais il n'enraye pas entièrement ce fléau. Au cours d'un essai mené à Ottawa, où les poussins vaccinés sont exposés à la maladie, le taux de mortalité atteint 11 p. 100 chez une lignée de Leghorn blanches pondeuses et 27 p. 100 chez une lignée de reproducteurs à chair. En 1977, Gavora, Gowe et McAllister (18) observent des écarts dans le taux de mortalité due à la maladie de Marek dans les lignées sélectionnées et témoins des Leghorn blanches, même si les volailles sont vaccinées contre cette maladie. Gavora *et al.* (19) procèdent donc à l'étude de

deux lignées de Leghorn blanches qu'ils sélectionnent parce qu'elles produisent beaucoup d'œufs, se distinguent par d'autres caractères connexes d'importance économique et peuvent transmettre par hérédité la résistance à la maladie. Ils sont enchantés de découvrir que le coefficient de transmissibilité de cette résistance est de 61 p. 100. En outre, les volailles les moins lourdes qui atteignent la maturité sexuelle à un âge précoce et ont une forte capacité de ponte sont les plus résistantes à la maladie. À partir de ces observations et en collaboration avec l'Institut de recherches vétérinaires, Gavora et Spencer (21) sont en mesure d'élaborer et de réaliser des programmes d'amélioration d'où sont issues des lignées de volailles résistantes à la maladie de Marek.

La deuxième maladie virale de la volaille étudiée par Gavora et Spencer est la leucose lymphoïde. À la différence de la maladie de Marek, la leucose lymphoïde siège dans le système reproducteur et est transmise par les œufs ainsi que par le contact direct. Au cours d'une étude effectuée avec Gowe et Harris (20) en 1980, ils découvrent que les lignées de volailles sélectionnées en tant qu'excellentes pondeuses sont moins vulnérables à la leucose lymphoïde (3,9 p. 100) que les autres lignées (18,5 p. 100). En règle générale, les volailles atteintes meurent rarement. Pour cette raison, Gavora et Spencer se demandent si les variations entre les deux lignées de volailles sont attribuables à la résistance contre la maladie plutôt qu'à la plus grande capacité de ponte. Contrairement à la maladie de Marek où ils combattent la maladie par voie de sélection et d'inoculation, Gavora et Spencer (22) concluent que l'éradication du virus de la leucose lymphoïde chez les volailles reproductrices constitue le meilleur moyen permanent de prévention.

Pour ces recherches, comme pour d'autres, la clé du succès est l'action concertée. Les techniques mises au point ont acquis une renommée internationale. Pour les progrès qu'ils ont réalisés, J.S. Gavora et J.L. Spencer reçoivent une prime au mérite de la Commission de la Fonction publique en 1982.

Alimentation

Les systèmes de gestion et d'amélioration de la volaille évoluent au cours des ans. À l'heure actuelle, l'indice de conversion des aliments en chair est plus élevé chez la volaille que chez tout autre animal. Dans les exploitations commerciales d'élevage du poulet à griller, un rapport de 2 kg d'aliments/kg de prise de poids est courant. Ce rapport passe respectivement à 3,5 kg et à 9 kg/kg de prise de poids dans les entreprises rentables d'élevage des porcs et dans les parcs d'engraissement des bovins.

Les premiers essais portant sur l'alimentation des volailles sont amorcés en 1890 : A.G. Gilbert recommande d'accélérer la croissance initiale des poussins en leur donnant du lait et du pain toutes les deux heures et en ajoutant progressivement des céréales concassées. En 1896, il recommande la préparation de rations bien équilibrées, incluant des os verts fraîchement broyés.

En 1914, A.G. Gilbert et V. Fortier de la Division de l'élevage hâtent la mue de 14 poules Leghorn blanches en diminuant leur ration pendant 4 semaines en

juillet, puis en leur donnant de nouveau des rations complètes. Ces poules pondent plus d'œufs en novembre et en décembre que ne le font les poules similaires dont les rations ne sont pas restreintes. Les poules faméliques pondent 47 p. 100 plus d'œufs que ne le font les poules recevant une ration complète. Au cours des années 1920, F.C. Elford qui se préoccupe du coût élevé des préparations commerciales pour l'alimentation des volailles, procède à la comparaison de quatre préparations commerciales et de deux préparations maison, de novembre à avril. Pour les préparations maison, les profits sont de 2,68 $ par volaille, tandis que la meilleure préparation des quatre aliments commerciaux n'aboutit qu'à un gain de 2,02 $ par volaille. Elford ne tient pas compte du temps qu'il faut consacrer à la préparation des aliments à partir de céréales produites à la ferme et de céréales mixtes.

Durant les années 1930, une attention particulière est accordée à la teneur en vitamines A et B des aliments des volailles. L'huile de foie de morue est la source de vitamine A la plus courante, mais l'huile de pilchard est aussi facilement accessible. Au cours d'analyses comparatives, Elford démontre que l'huile de pilchard est aussi efficace ou légèrement plus efficace que l'huile de ricin pour favoriser la croissance des volailles.

En 1957, à Nappan, en Nouvelle-Écosse, MacIntyre et Aitker (55) soumettent des volailles Plymouth Rock barrées et Leghorn blanches à des régimes à forte et à faible teneur énergétique dont certains ont des teneurs en protéines normales et d'autres élevées. À l'époque, la théorie selon laquelle les régimes à forte teneur énergétique permettent de réduire la consommation et d'augmenter la production d'œufs n'a pas été mis à l'épreuve. Après deux ans d'essais, MacIntyre et Aitker concluent que les régimes à forte teneur énergétique réduisent la consommation, mais qu'ils ne favorisent pas la production d'œufs chez les volailles Leghorn blanches.

Les rations nécessaires à la ponte influent sensiblement sur les profits provenant de la production des œufs. En 1961, à Brandon, au Manitoba, Walter et Aitken (76) découvrent que les volailles dont les rations sont réduites pendant la période d'élevage commencent à pondre plus tard, mais que leurs œufs sont plus nombreux et plus gros que ceux des volailles recevant une ration complète. La réduction des rations de 12 p. 100 au cours de la période de ponte permet d'économiser considérablement sur les aliments, mais les volailles pondent moins.

Le régime des volailles à chair se répercute sur les descendants et la production de viande de celles-ci. À Ottawa et à Fredericton, au Nouveau-Brunswick, Aitken, Merritt et Curtis (1) démontrent que les poules nourries d'aliments à faible densité ont un taux de ponte notablement plus élevé, gagnent moins de poids et présentent un plus faible taux de mortalité que les poules nourries d'aliments denses. Cependant, celles-ci pondent des œufs destinés à l'éclosion qui sont plus lourds et produisent des poussins plus lourds que ceux issus de volailles nourries d'aliments peu denses. Dans les zones maritimes, la farine de poisson constitue souvent une source de protéine moins coûteuse que le tourteau de soya ou le tourteau de graines oléagineuses. En 1971, Proudfoot,

Lamoreux et Aitken (63) augmentent de 4 à 10 p. 100 la quantité de farine de poisson des rations données aux poulets à griller, ce qui accélère de façon marquée la croissance. Lorsqu'ils augmentent cette proportion à 15 p. 100, il n'y a aucun changement et, à 20 p. 100 le poids des volailles diminue.

En 1975, Sibbald et Price (67) de l'Institut de recherches zootechniques et du Service de la recherche statistique à Ottawa, étudient les variations de l'énergie métabolisable apparente (EMA)[1] chez les volailles et observent une tendance en «dent de scie» dans les données recueillies. Les observations concernant tel ou tel oiseau pendant plusieurs jours successifs ont tendance, tour à tour, à être plus élevées et plus faibles que la moyenne. Lorsque I.R. Sibbald étudie la cause des variations, il se rend compte que les valeurs EMA varient selon la quantité d'aliments ingérés.

Au cours des quelques années qui suivent, Sibbald met au point une nouvelle méthode de dosage biologique pour mesurer l'énergie métabolisable utilisable (EMU)[2].

Il améliore l'ancienne méthode en procédant au dosage précis des aliments et en éliminant les excréments naturels du corps des excrétas. La première amélioration empêche les sujets de l'expérience de choisir leur nourriture, fournit à chacun d'eux exactement la même quantité d'aliment et élimine la récupération des détritus de nourriture. La deuxième amélioration est de faire jeûner un oiseau de chaque groupe d'essai pendant les 48 heures que dure l'expérience afin de relever les substances autres que les aliments non digérés dans les excrétas. Il apporte une troisième amélioration à la méthode, qui consiste à tenir compte de l'azote retenu dans le corps. La nouvelle méthode requiert seulement deux jours d'alimentation par rapport à la méthode classique de l'EMA qui s'échelonne sur deux semaines et on n'utilise que 200 à 300 g d'échantillons d'aliments au lieu de 10 kg. Les mêmes techniques d'analyse chimique des aliments et des excrétas sont employées pour les deux méthodes. Sibbald (66) explique la méthode dans un bulletin qui en est maintenant à sa deuxième impression.

La méthode EMU sert a déterminer l'énergie métabolisable utilisable contenue dans les aliments, mais Sibbald y a aussi recours pour évaluer les teneurs en acides aminés, en lipides et en minéraux des échantillons d'aliments. Cette méthode peut être appliquée aux monogastriques en général, mais non pas aux bovins ni aux moutons. D'après les rapports, elle est employée par d'autres scientifiques et entreprises commerciales dans plus de 100 laboratoires situés dans 51 pays. À Swift Current, en Saskatchewan, les essais de R.E. Salmon sont

[1]L'EMA est l'énergie contenue dans un aliment moins les pertes fécales, urinaires et gazeuses. Les travaux sur les volailles ne tiennent pas compte des gaz combustibles. L'EMA sous-estime l'énergie réellement mise à la disposition de l'oiseau car les excrétas contiennent des matières qui ne sont pas présentes dans les aliments ingérés.

[2]L'EMU diffère de l'EMA par le fait qu'on tient compte de l'énergie qui n'est pas directement dérivée des aliments. La méthode consiste à doser précisément les aliments des volailles à jeun afin de bien connaître la quantité de nourriture ingérée à un moment donné; les excrétas évacués pendant les 48 heures qui suivent sont recueillis à des fins d'analyse. Les volailles témoins ne reçoivent aucune nourriture et leurs excrétas servent à évaluer l'énergie excrétée qui provient d'autres sources que les aliments.

couronnés de succès lorsqu'il emploie cette méthode pour élaborer des programmes de gestion et d'alimentation des grosses dindes destinées aux hôpitaux, prisons, ainsi de suite. Au Canada et aux États-Unis, les sociétés de fabrication d'aliments se servent de cette technique de manière à pouvoir fournir aux éleveurs de volaille des aliments dont la valeur énergétique est connue.

Au cours des dernières années, les phytogénéticiens utilisent cette technique pour établir le profil des substances nutritives des céréales en amélioration génétique. Avec l'ancien système, ils devaient consacrer à cette fin environ 10 kg de précieuses semences, dont la production peut prendre de deux à trois ans. Seulement 200 g (un cinquantième de ce volume) est nécessaire avec la méthode EMU, et les phytogénéticiens peuvent donc maintenant faire leurs essais et éliminer plus rapidement certaines lignées, de manière à tirer entièrement profit de tout l'espace des pépinières, des serres et des chambres de croissance. Ils ne sont pas tenus de sacrifier une portion considérable de leur matériel génétique de départ. Cette méthode constitue encore un autre outil qui

permet aux phytogénéticiens de créer de nouveaux cultivars dans des délais rapides.

À la Station de recherches de Kentville, en Nouvelle-Écosse, F.G. Proudfoot et H.W. Hulan élaborent de nouveaux régimes à faible teneur en protéines destinés aux volailles à rôtir, qui permettent d'améliorer la conversion des aliments, de réduire le taux de mortalité et les problèmes dus à la faiblesse des pattes et d'accélérer la mise en marché.

En 1981, ils (48) démontrent qu'au cours de leur vie, les volailles doivent recevoir trois types de rations adaptées aux trois phases suivantes : démarrage, croissance et finition. En augmentant de 7 p. 100 l'énergie métabolisable des régimes propres aux trois étapes, ils obtiennent des résultats optimaux sur le plan du poids, de la conversion alimentaire et des recettes. L'équipe de Kentville trouve de nouvelles sources de protéines de qualité supérieure pour les volailles, comme la farine de calmar et le gruau d'avoine. Hulan découvre que la mort subite des poulets à griller et à rôtir est causée par une carence en vitamine B dans le régime alimentaire des volailles. Ce syndrome entraîne des pertes atteignant 25 millions de dollars par an pour l'industrie de la volaille au Canada. Par l'adjonction de biotine au régime alimentaire et l'utilisation de tourteau de soja, ce qui modifie la fraction de protéines solubles, la fréquence du syndrome dans les entreprises commerciales est réduite de 4,5 à 0,5 p. 100.

Résistance des coquilles d'œufs

La coquille d'œuf est l'un des miracles de la nature, une enveloppe parfaite impossible à reproduire par l'homme. La coquille renferme l'embryon et toutes les substances nutritives qui lui sont nécessaires depuis la ponte jusqu'à l'éclosion. Elle doit être assez solide pour résister aux bris, mais le poussin doit pouvoir la percer à l'aide de son bec. La coquille et ses membranes intérieures doivent être suffisamment poreuses pour laisser passer l'air, mais en même temps isoler l'embryon des bactéries. La productivité des poules s'est

améliorée grâce aux recherches dans les domaines de la génétique et de la nutrition. Aussi, les systèmes de production ont davantage recours à des moyens mécaniques, et la mise en marché est mieux organisée; par conséquent, les poules pondent plus d'œufs et ceux-ci doivent passer par un plus grand nombre de manipulations sans briser. D'après Hamilton *et al.* (30), les pertes dues aux bris à la ferme seulement peuvent atteindre 66 $ millions par an en Amérique du Nord.

En 1960, J.R. Hunt, un nutritioniste des volailles de l'Institut de recherches zootechniques, requiert un moyen de mesurer la résistance des coquilles pour étudier les effets des régimes alimentaires sur celles-ci. Depuis la fin des années 1880, on mesure directement la résistance des coquilles par broyage ou en laissant tomber des objets sur les œufs. Les mesures indirectes, par exemple, de l'épaisseur et de la densité de l'œuf même s'effectuent par flottaison dans une solution de saumure. Hunt et, plus tard, R.M.G. Hamilton étudient le problème en collaboration avec P.W. Voisey du Service de recherches en génie.

Voisey et Hunt (81) prouvent pour la première fois, grâce à la photographie à haute fréquence, que les fissures des coquilles commencent au point où une tension est appliquée et se propagent vers l'extérieur. Ils mettent ensuite au point des appareils d'essai (49) qui permettent de comparer précisément le rendement des méthodes de mesures directes et indirectes de la résistance des coquilles sans provoquer leur bris. Ils procèdent simultanément à des analyses élémentaires du phénomène complexe qui entoure les contraintes exercées sur les coquilles, car ces contraintes sont concentrées en raison de la courbure de la coquille. Ils découvrent que la formation des fissures est fonction de la résistance à la traction de la paroi interne de la coquille.

Voisey avance l'hypothèse selon laquelle les coquilles sont sensibles à la vitesse de dilatation étant donné qu'elles sont cassantes, comme la fonte. D'après les résultats des essais (82), plus la vitesse d'application d'une force est grande, plus la pression exercée doit être élevée pour fissurer la coquille. Il s'agit d'une importante découverte car les appareils de mesure employés antérieurement ne tenaient pas compte de la vitesse d'application de la force. Le type d'équipement de manutention des œufs constitue un autre facteur qui entre en ligne de compte.

Les recherches sur les méthodes de mesure des relations complexes qui existent entre les caractéristiques physiques des œufs et la résistance des coquilles se poursuivent. Il est impossible de mesurer la résistance des coquilles par des méthodes indirectes, car elles ne sont sensibles qu'à 40 p. 100 des variations associées à la résistance des coquilles. Bien qu'il détruise les œufs, l'instrument mis au point par Voisey et MacDonald (83) mesure de façon précise la résistance des coquilles et fournit des critères de comparaison. Étant donné que les caractéristiques des coquilles varient très peu et que leur résistance varie considérablement, les analyses statistiques des données de B.K. Thompson (74) sont cruciales. D'après les résultats de ces recherches, il est nettement évident que la résistance des œufs est liée à la microstructure des coquilles; celle-ci est ultérieurement étudiée par Stevenson, Voisey et Hamilton (72). S'il est possible

de déterminer les effets de l'amélioration et de la nutrition sur la microstructure des coquilles, on pourra alors accroître la résistance de celles-ci.

Grâce aux travaux des scientifiques à Ottawa, la Direction générale est devenue un chef de file dans les études sur la résistance des coquilles à l'échelle internationale. Les techniques mises au point par eux sont employées dans le monde entier.

RENARDS ARGENTÉS

Au Canada, le renard est l'un des premiers animaux sauvages que l'on élève en captivité. Jones (52) décrit les essais sporadiques d'élevage des renards en Ontario et au Québec de 1898 à 1905, mais l'élevage commercial de cette espèce est véritablement amorçé à l'Île-du-Prince-Édouard, en 1887, par Charles Dalton de Tignish. Ce dernier s'intéresse d'abord aux renards communs, mais il ne tarde pas à acheter un couple de renards argentés dont la valeur est plus élevée. À l'état sauvage, le renard argenté est une rare mutation du renard commun.

Dès 1891, d'autres éleveurs constatent le succès de Dalton et l'imitent. Ils constatent que le principal problème est dû au manque de bons matériaux pour la construction de clôtures, comme des treillis métalliques. Les éleveurs de renards n'ont pas encore reconnu la nature monogamme de ces animaux et gardent plusieurs couples dans un parc. En raison de cette perturbation du comportement inné des renards, les parents tuent leurs petits. Compte tenu du prix des fourrures, les éleveurs ne disposent pas de suffisamment de fonds pour procéder à des essais. Néanmoins, à l'Île-du-Prince-Édouard, l'industrie est florissante. En 1913, on dénombre juste un peu plus de 3 000 renards sur 277 exploitations. Dix ans plus tard, ces chiffres passent à plus de 13 000 renards sur 450 fermes.

Les éleveurs de l'Île-du-Prince-Édouard ainsi que le ministère de l'Agriculture du Canada se préoccupent de la santé des renards. En 1919, la Direction de l'hygiène vétérinaire crée une petite station de recherches sur l'élevage des renards à Charlottetown. Le pathologiste des animaux qui y réside examine les renards importés dans l'île et conseille les éleveurs sur les maladies de ces bêtes, particulièrement la maladie de Carré et les parasites. En 1924 on combat l'ankylostomose à l'aide de tétrachlorure de carbone, mais aucun remède n'existe contre la bronchite vermineuse. En outre, à la Station de recherches vétérinaires située à Hull, au Québec, la Direction de l'hygiène vétérinaire procède à des essais sur l'alimentation des renards en collaboration avec les pathologistes des animaux, le Conseil national de recherches du Canada et les éleveurs de renards de l'Île-du-Prince-Édouard.

Au bout de quelques années, on se rend compte que les problèmes sont plus nombreux qu'on ne l'avait prévu. Par conséquent, le régisseur, G. Ennis Smith, recommande de déménager la station de Hull à l'Île-du-Prince-Édouard. En 1925, des hommes d'affaires de la province, la *Canadian National Silver Fox Breeders' Association* (Association des éleveurs de renard argenté du Canada),

la *Silver Fox Breeders' Association of Prince Edward Island* (Association des éleveurs du renard argenté de l'Île-du-Prince-Édouard) et les stations expérimentales du Dominion organisent conjointement la renardière expérimentale à Summerside. Smith quitte Hull et accède au poste de régisseur de la ferme. La station de recherches sur l'élevage des renards qui relève de la Direction de l'hygiène vétérinaire à Charlottetown ferme ses portes lorsque la station de Summerside devient opérationnelle.

Les éleveurs de renard sont fort conscients qu'ils manquent de connaissances sur les besoins nutritionnels de ces animaux, sur les méthodes de lutte contre les parasites externes et internes et sur la transmissibilité de diverses caractéristiques importantes des fourrures. Smith est chargé de rassembler des données fiables sur ces problèmes au profit des parties qui ont fourni des fonds pour la construction et l'approvisionnement de la ferme expérimentale.

Au bout de 10 ans, Smith a répondu à bon nombre de questions cruciales : rations appropriées au cours de chaque saison, apport protéinique nécessaire pour produire des fourrures de premier choix, rations des renardeaux au cours de chaque étape de la croissance, importance de la vitamine C afin d'éviter la fracture spontanée de la queue et, en conséquence, la perte de la fourrure blanche de l'extrémité qui est prisée par les éleveurs. La taille moyenne des portées sur les exploitations commerciales passe de moins d'un renardeau à un peu plus de trois renardeaux par couple par année.

Au début, les parasites externes et internes sont une vraie plaie dans les fermes d'élevage du renard. Smith se rend compte que l'application de poudre insecticide sur les renards ne permet d'éliminer que temporairement ces parasites. Il arrive à éliminer les parasites externes en vaporisant de mazout ordinaire les nids, les chenils et le boisage des parcs des renards. On lutte contre les parasites internes qui causent les maladies comme la bronchite vermineuse et la cysticercose en installant un plancher en bois dans les parcs au cours des mois d'été pour éviter les contaminations par voie du sol. Toutefois, ces planches ont un mauvais drainage, et les fourrures se tachent d'urine. En conséquence, peu après 1935, on remplace les planches par des treillis métalliques recouverts de foin, ce qui élimine les deux problèmes.

Compte tenu des progrès réalisés sur la renardière expérimentale, des stations de démonstration sont fondées en 1938. Il s'agit d'exploitations privées dont les propriétaires signent des accords avec la station de Summerside pour mettre à l'essai, dans des conditions réelles, les nouvelles techniques de gestion mises au point par les chercheurs. Trois stations sont créées au Nouveau-Brunswick, trois en Nouvelle-Écosse et deux à l'Île-du-Prince-Édouard. La qualité des fourrures expédiées par chaque station s'améliore notablement grâce à l'utilisation de planchers en treillis métalliques et de meilleures méthodes d'alimentation et de gestion et à l'emploi de reproducteurs mâles de choix et de méthodes de sélection et d'amélioration plus perfectionnées. Tous les ans, les stations de démonstration organisent des journées d'information à l'intention de tous les éleveurs de renards de manière à leur communiquer les innovations récentes.

À la fin des années 1930, C.K. Gunn, qui est alors régisseur, et Alan Deakin de la Division de zootechnie, examinent la possibilité de recourir à l'insémination artificielle pour la reproduction du renard. Toutefois, ils découvrent que les semences des renards présentent une numération spermatique relativement faible et sont difficiles à recueillir et à conserver. Ils se rendent également compte que quelques renards mâles sont polygames et peuvent saillir jusqu'à 70 femelles en une saison. On abandonne donc les tentatives d'insémination artificielle. D'après Gunn, après chaque accouplement, il importe de procéder à l'examen de frottis vaginaux pour évaluer la fécondité des mâles. Selon lui, il s'agit là d'une étape essentielle de la gestion des exploitations d'élevage. Et cette pratique devient courante parmi les éleveurs de renards.

De 1939 à 1941, le marché des fourrures de renard s'effondre. En raison de la conjoncture et des problèmes de transport pendant la guerre, des caprices de la mode, des nouvelles techniques de teinture chimique, de la surproduction et de l'importance croissante du mouvement humanitaire, l'industrie de l'élevage des renards est en déroute. En outre, les fourrures à poil ras comme celles des visons et des rats musqués acquièrent de la popularité. Bien que les éleveurs de renards de l'Île-du-Prince-Édouard ne suivent pas cette nouvelle vogue, la renardière expérimentale se procure des visons et devient la Ferme expérimentale de l'élevage des animaux à fourrure, quelque temps avant 1952.

Les chercheurs tentent de trouver des substituts aux protéines de la viande dont se nourissent les visons. C.K. Gunn, qui a remplacé Smith en 1961 découvre qu'il peut remplacer jusqu'à 50 p. 100 des protéines de la viande par du tourteau de soja dans le régime alimentaire des renards et des visons sans influer de façon perceptible sur la croissance des animaux ou la qualité de leur fourrure. Il démontre que les rations contenant peu de vitamine B ralentissent la croissance, réduisent la densité de la fourrure et provoquent des anomalies de la pigmentation des visons.

Gunn prend sa retraite en 1968 et la Ferme expérimentale d'élevage des animaux à fourrure relève de la Station de recherches de Charlottetown, jusqu'en 1969, année de sa fermeture.

Bibliographie

1. Aitken, J.R.; Merritt, E.S.; Curtis, R.J., 1969. The influence of maternal diet on egg size and progeny performance in meat-type hens. Poult. Sci. 48:596–601
2. Beacom, S.E., 1970. Symposium on pasture methods for maximum production in beef cattle: Finishing steers on pasture in northeastern Saskatchewan. J. Anim. Sci. 30:148–152
3. Buckley, W.T.; Huckin, S.N.; Budac, J.J.; Eigendorf, G.K., 1982. Mass spectrometric determination of a stable isotope tracer for copper in biological materials. Anal. Chem. 54:504–510.
4. Carman, G.M.; Pigden, W.J.; Haskell, S.R.; Winter, K.A., 1958. Legume–grass silage as a roughage for the pregnant ewe. Can. J. Anim. Sci. 38:–207.
5. Carter, R.C.; Carman, G.M.; McClaugherty, F.S.; Haydon, P.S., 1971. Genotype–environment interaction in sheep. I. Ewe productivity. II. Lamb performance traits. J. Anim. Sci. 33:556–562:732–735.
6. Cooke, D.A.; Beacom, S.E.; Dawley, W.K., 1968. Response of six-year-old grass–alfalfa pastures to nitrogen fertilizer in northeastern Saskatchewan. Can. J. Plant Sci. 48:167–173.
7. Cooke, D.A.; Beacom, S.E.; Robertson, J.A., 1973. Comparison of continuously grazed bromegrass–alfalfa with rotationally grazed crested wheatgrass–alfalfa, bromegrass–alfalfa, and Russian wild ryegrass. Can. J. Anim. Sci. 53:423–429.
8. Deakin, Alan; Muir, G.W.; Cavies, W.D., 1942. Artificial insemination of dairy cattle. Service des fermes exp. du Dom., Agric. Can., Mimeo. Publ., 15 p.
9. Deakin, Alan; Muir, G.W.; Smith, A.G., 1935. Hybridization of domestic cattle, bison and yak. Dom. du Can., min. d'Agric., publ. 479, 30 p.
10. Dufour, J.J., 1974. The duration of the breeding season of four breeds of sheep. Can. J. Anim. Sci. 54:389–392.
11. Fahmy, M.H., 1983. Maternal performance of DLS sheep and its crosses with the Finn Landrace breed. Proc. Fifth World Conf. Anim. Prod. 2:55–56.
12. Fairfull, R.W.; Gowe, R.S.; Emsley, J.A.B., 1983. Diallel cross of six long-term selected Leghorn strains with emphasis on heterosis and reciprocal effects. Br. Poult. Sci. 24:133–158.
13. Fortin, A.; Hoskins, V.E.; Sim, D.W., 1983. Regional characteristics of hog carcasses in Canada: A survey conducted in the spring of 1981. Can. J. Anim. Sci. 63:551–561.
14. Fortin, A.; Martin, A.M.; Sim, D.W.; Fredeen, N.J.; Weiss, G.M., 1981. Evaluation of different ruler and ultrasonic backfat measurements as indices of commercial and lean yield of hog carcasses for commercial grading purposes. Can. J. Anim. Sci. 61:893–905.
15. Fredeen, H.T., 1976. Recent trends in carcass performance of the commercial hog population in Canada. J. Anim. Sci. 42:342–351.
16. Fredeen, H.T.; Stothart, J.G., 1969. Development of a new breed of pigs: The Lacombe. I. Foundation and developmental procedures. II. Evaluation. III. Public distribution and propagation. Can. J. Anim. Sci. 49:237–273.
17. Fredeen, H.T.; Weiss, G.M.; Lawson, J.E.; Newman, J.A.; Rahnefeld, G.W., 1981. Lifetime reproductive efficiency of first-cross beef cows under contrasting environments. Can. J. Anim. Sci. 61:539–554.
18. Gavora, J.S.; Gowe, R.S.; McAllister, A.J., 1977. Vaccination against Marek's disease: Efficacy of cell-associated land lyophilized herpesvirus of turkeys in nine strains of Leghorns. Poult. Sci. 56:846–853.

19. Gavora, J.S.; Grunder, A.A.; Spencer, J.L.; Gowe, R.S.; Robertson, A.; Speckmann, G.W., 1974. An assessment of effects of vaccination on genetic resistance to Marek's disease. Poult. Sci. 53:889-897.
20. Gavora, J.S.; Spencer, J.L.; Gowe, R.S.; Harris, D.L., 1980. Lymphoid leukosis virus infection: Effects on production and mortality and consequences in selection for night egg production. Poult. Sci. 59:2165–2178.
21. Gavora, Jan S.; Spencer, J. Lloyd, 1983. Breeding for immune responsiveness and diseases resistance. Anim. Blood Groups Biochem. Genet. 14:159–180.
22. Gavora, Jan S.; Spencer, J. Lloyd, 1985. Effects of lymphoid leukosis virus infection on response to selection. Pages 17–14 *in* Hill, W.G.; Manson, J.M.; Hewitt, D., éditeurs. Poultry genetics and breeding. British Poultry Science Ltd.
23. Gowe, R.S., 1955. Environment and poultry breeding problems. 2. A comparison of the egg production of 7 s.c. White Leghorn strains housed in laying batteries and floor pens. Poult. Sci. XXXV:430–435.
24. Gowe, R.S.; Fairfull, R.W., 1980. Performance of six long-term multi-trait selected leghorn strains and three control strains, and a strain cross evaluation of the selected strain. Proc. S. Pac. Poult. Sci. Conv., Auckland, Nouvelle Zélande, p. 141–162.
25. Gowe, R.S.; Fairfull, R.W., 1985. The direct response to long-term selection for multiple traits in egg stocks and changes in genetic parameters with selection. Pages 125–146 *in* Hill, W.G.; Manson, J.M.; Hewitt, D., éditeurs. Poultry genetics and breeding. British Poultry Science Ltd.
26. Gowe, R.S.; Lentz, W.E.; Strain, J.H., 1973. Long-term selection for egg production in several strains of White Leghorns: Performance of selected and control strains including genetic parameters of two control strains. 4th. Eur. Poult. Conf., Londres, Angleterre, p. 225–245.
27. Gowe, R.S.; Robertson, A.; Latter, B.O.H., 1959. Environment and poultry breeding problems. Poult. Sci. 38:462–471.
28. Gutteridge, H.S.; O'Neil, J.B., 1942. The relative effect of environment and heredity upon body measurements and production characteristics in poultry II. Period of egg production. Sci. Agric. 22:482–491.
29. Gutteridge, H.S.; Pratt, Jean M.; O'Neil, J.B., 1944. Level and source of protein in poultry production. II. As related to economical production of eggs. Sci. Agric. 24:240–250.
30. Hamilton, R.M.G.; Hollands, K.G.; Voisey, P.W.; Grunder, A.A., 1979. Relationship between egg shell quality and shell breakage and factors that affect shell breakage in the field–a review. World's Poult. Sci. J. 35:177–190.
31. Heaney, D.P.; Ainsworth, L.; Batra, T.R.; Fiser, P.S.; Langford, G.A.; Lee, A.J.; Hackett, A.J., 1980. Research for an intensive total confinement sheep production system. Agric. Can. Inst. de recherches vét., Bull. tech. 2, 56 p.
32. Hickman, C.G., 1971. Response to selection for 180-day milk solids. J. Dairy Sci. 54:191–198.
33. Hickman, C.G.; Bowden, D.M., 1971. Correlated genetic responses of feed efficiency, growth, and body size in cattle selected for mild solids yield. J. Dairy Sci. 54:1848–1855.
34. Hickman, C.G.; Freeman, A.E., 1969. New approach to experimental designs for selection studies in dairy cattle and other species. J. Dairy Sci. 52:1044–1054.
35. Hidiroglou, M., 1979. Manganese in ruminant nutrition. Can. J. Anim. Sci. 59:217–236.

36. Hidiroglou, M.; Heaney, D.P.; Hartin, K.E., 1974. Copper poisoning in a flock of sheep. Copper excretion patterns after treatment with molybdenum and sulfur or penicillamine. Can. Vet. J. 25:377–382.
37. Hidiroglou, M.; Heaney, D.P.; Jenkins, K.J., 1967. Metabolism of inorganic selenium in rumen bacteria. Can. J. Physiol. Pharmacol. 46:229–232.
38. Hidiroglou, M.; Ho, S.K.; Standish, J.F., 1978. Effects of dietary manganese levels on reproductive performance of ewes and on tissue mineral composition of ewes and day-old lambs. Can. J. Anim. Sci. 58:35–41.
39. Hidiroglou, M.; Jenkins, K.J.; Ivan, M., 1977. Influences of barley and oat silages for beef cows on occurrence of myopathy in their calves. J. Dairy Sci. 60:1905–1908.
40. Hidiroglou, H.; Proulx, J.; Jolette. J., 1985. Intruminal selenium pellet for control of nutritional muscular dystrophy in cattles J. Dairy Sci. 68:57–66.
41. Hidiroglou, M.; Shearer, D.A., 1975. Concentration of manganese in the tissues of cycling and anestrous ewes. Can. J. Comp. Med. 40:306–309.
42. Hironaka, R., 1969. Starter rations for beef cattle in feedlots. Can. J. Anim. Sci. 49:181–188.
43. Hironaka, R.; Miltimore, J.E.; McArthur, J.M.; McGregor, D.R.; Smith, E.S., 1973. Influence of particle size of concentrate on rumen conditions associated with feedlot bloat. Can. J. Anim. Sci. 53:75–80.
44. Hoffman, I.; Westerby, R.J.; Hidiroglou, M., 1968. Precise fluorometric microdetermination of selenium in agricultural material. J. Assoc. Off. Agric. Chem. 51:1039–1042.
45. Howarth, R.E.; Cheng, K.-J.; Fay, J.F.; Majak, W.; Lees, G.L.; Goplen, B.F.; Costerton, J.W., 1981. Initial rate of digestion and legume pasture bloat. Proc. XIV Int. Grassl. Congr. p. 719–722.
46. Howarth, R.E.; Cheng, K.-J.; Majak, W.; Costerton, J.W., 1985. Ruminant bloat. Proc. VI Int. Symp. Ruminant Physiol. I Reston Publishing Co., Chapitre 27.
47. Howarth, R.E.; Goplen, B.P.; Fesser, A.C.; Brandt, S.A., 1978. A possible role for leaf cell rupture in legume pasture bloat. Crop Sci. 18:129–133.
48. Hulan, W.H.; Proudfoot, F.G., 1982. The effect of different dietary energy regimes on the performance of two commercial chicken broiler genotypes reared to roaster weight. Poult. Sci. 61:510–515.
49. Hunt, J.R.; Voisey, P.W., 1966. Physical properties of egg shells. 1. Relationship of resistance to compression and force at failure of egg shells. Poult. Sci. XLV:1398–1404.
50. Ivan, M. 1981. Distribution of radiomanganese in the rumen of sheep. Can. J. Physiol. Pharmacol. 59:76–83.
51. Jenkins, K.J.; Hidiroglou, M.; Wauthy, J.M.; Proulx, J.E., 1974. Prevention of nutritional muscular dystrophy in calves and lambs by selenium and vitamin E additions to the maternal mineral supplement. Can. J. Anim. Sci. 54:49–60.
52. Jones, J. Walter, 1973. Fur-farming in Canada. Commission of Conservation, Canada. Gazette Printing Co., Montreal, p. 13–15.
53. Lin, C.Y.; McAllister, A.J.; Batra, T.R.; Lee, A.J.; Roy, G.L.; Vesely, J.A.; Winter, K.A., 1984. Reproductive performance of crossline and pureline dairy heifers. J. Dairy Sci. 67:2420–2428.
54. Logan, V.S., 1955. Grass silage in dairy cattle rations. Min. d'Agric. du Can., publ. 929, 11 p.
55. MacIntyre, T.M.; Aitken, J.R., 1957. The effect of high levels of dietary energy and protein on the performance of laying hens. Poult. Sci. 36:1211–1216.

56. McAllister, A.J., *et al*, 1978. The national cooperative dairy cattle breeding project. Agric. Can. Inst. de recherches vét., Bull. tech. 1, 46 p.
57. McArthur, J.M.; Miltimore, J.E.; Pratt, M.J., 1964. Bloat investigations. The foam stabilizing protein of alfalfa. Can. J. Anim. Sci. 44:200–206.
58. Miller, J.D.; Taylor, A.; Greenhalgh, R., 1983. Production of deoxynivalenol and related compounds in liquid culture by *Fusarium graminearum*. Can. J. Microbiol. 29:1171–1178.
59. Miller, J.D.; Young, J.C.; Sampson, D.R., 1985. Deoxynivalenol and *Fusarium* head blight resistance in spring cereals. Phytopathol. Z. (En préparation)
60. Miltimore, J.E.; Mason, J.L.; McArthur, J.M.; Strachan, C.C.; Clapp, J.B., 1973. Response from copper and selenium with vitamin E injections to cattle pastured on mineral and organic groundwater soils. Can. J. Anim. Sci. 53:237-244.
61. Miltimore, J.E.; Pigden, W.J.; McArthur, J.M.; Anstey, T.H., 1964. Bloat investigations. I Reduction of bloat incidence in dairy cattle with penicillin and antifoaming agents. Can. J. Anim. Sci. 44:96–101.
62. Newman, J.A. ;Rahnefeld, G.; Fredeen, H.T., 1973. Selection intensity and response to selection for yearling weight in beef cattle. Can. J. Anim. Sci. 53:1–12.
63. Proudfoot, F.G.; Lamoreux, W.F.; Aitken, J.R., 1971. Performance of commercial broiler genotypes on fish meal diets with a charcoal supplement. Poult. Sci. 50:1124–1130.
64. Rasmussen, K., 1942. The inheritance of fleece weights in range sheep. Sci. Agric. 23:104–116.
65. Robertson, J.A.; Cooke, D.A.; Beacom, S.E., 1979. Comparison of four systems of managing yearling beef steers on rotationally grazed, bromegrass–alfalfa pasture. Can. J. Anim. Sci. 59:519–529.
66. Sibbald, I.R., 1983. La méthode d'évaluation des aliments par le calcul de l'énergie métabolisable vraie (É.M.V.). Agric. Can. Dir. gén. de la recherche, 1983-20F, 96 p.
67. Sibbald, I.R.; Price, K., 1975. Variation in the metabolizable energy values of diets and dietary components fed to adult roosters. Poult. Sci. 54:448–456.
68. Slen, S.B.; Banky, E.C., 1958. The relationship of clean fleece weight to age in three breeds of range sheep. Can., J. Anim. Sci. 38:61–64.
69. Slen, S.B.; Demiruren, A.S.; Smith, A.D., 1961. Note on the effects of selenium on wool growth and body gains in sheep. Can. J. Anim. Sci. 41:263–265.
70. Slen, S.B.; Whiting, F.; Rasmussen, K., 1953. Range sheep production in western Canada. Agric. Can., publ. 886, 47 p.
71. Smith, E.G.; Howell, W.E.; Lee, G.E.; Shrestha, J.N.B., 1982. The economics of intensive sheep production. Agric. Can., Inst. de recherches vét., Bull. tech. 4, 73 p.
72. Stevenson, I.L.; Voisey, Peter W.; Hamilton, R.M.G., 1981. Scanning electron microscopy of fractures in eggshells subjected to the puncture test. Poult. Sci. 60:89–97.
73. Sylvestre, P.E.; Mercier, E., 1960. Grass silage for beef cattle. Agric. Can. publ. 955, 13 p.
74. Thompson, B.K.; Hamilton, R.M.G.; Voisey, Peter W., 1981. Relationships among various egg traits relating to shell strength among and within five avian species. Poult. Sci. 60:2388–2394.
75. Trenholm, H.L.; Hamilton, R.M.G.; Frierd, D.W.; Thompson, B.U.; Hartin, K.E., 1984. Feeding trials with vomitoxin (deoxynivalenol)—contaminated wheat. Effects on swine, poultry and dairy cattle. J. Am. Vet. Med. Assoc. 185:527–531.

76. Walter, E.D.; Aitken, J.R., 1961. Performance of laying hens subjected to restricted feeding during rearing and laying periods. Poult. Sci. 40:345–354.
77. Vesely, J.A., 1978. Performance of progeny of Finnish Landrace and Dorset Horn rams mated to ewes of various breeds and crosses. Can. J. Anim. Sci. 58:399–408.
78. Vesely, J.A.; Bowden, D.M., 1980. Effect of various light regimes on lamb production by Rambouillet and Suffolk ewes. Anim. Prod. 31:163–169.
79. Vesely, J.A.; Kosub, G.C.; Peters, H.F., 1977. Additive and nonadditive genetic effects on growth traits in matings among Romnelet, Columbia, Suffolk, and North Country Cheviot breeds. Can. J. Anim. Sci. 57:233–238.
80. Vesely, J.A.; Peters, H.F.; Slen, S.B., 1965. The effects of breed and certain environmental factors on wool traits of range sheep. Can. J. Anim. Sci. 45:91–97.
81. Voisey, Peter W.; Hunt, J.R., 1964. A technique for determining approximate fracture propagation rates of egg shells. Can. J. Anim. Sci. 44:347–350.
82. Voisey, P.W.; Hunt, J.R., 1969. Effect of compression speed on the behaviour of eggshells. J. Agric. Eng. Res. 114:40–46.
83. Voisey, Peter, W.; MacDonald, D.C., 1978. Laboratory measurements of eggshell strength. 1. An instrument for measuring shell strength by quasi-static compression, puncture, and non-destructive deformation. Poult. Sci. 57:860–868.

Chapitre 17
Recherche sur les productions végétales

Les productions végétales ont toujours occupé une place prépondérante à la Direction générale de la recherche. Nous soulignerons ici quelques travaux effectués au cours du siècle dernier, en insistant sur la phytogénétique et le développement de nouveaux cultivars.

CÉRÉALES

Les céréales réunissent les espèces cultivées les plus utilisées dans le monde : le riz, le millet, le sorgho et le maïs sous les tropiques et les sous-tropiques; le blé, l'orge, l'avoine et le maïs dans les régions à climat tempéré. Le Canada marque la limite septentrionale de la zone tempérée où ces céréales, à l'exception du riz et du millet, peuvent être cultivées. Quelques variétés de sorgho parviennent à maturité dans certaines parties du Canada. Le maïs moderne est produit à l'échelle nationale, ce qui n'était pas le cas il y a deux décennies. Le blé d'hiver survit dans les endroits où l'on trouve une couche de neige épaisse ou des températures modérées en hiver. Le blé de printemps mûrit dans la plupart des zones agricoles canadiennes, mais cela n'a pas toujours été le cas. L'orge, l'avoine et le seigle ont des variétés de printemps parfaitement adaptées au climat canadien.

Comment expliquer cette évolution? Puisque le climat n'a pas varié depuis un siècle, par conséquent ce sont les plantes et la façon de les cultiver qui ont changé. Les équipes de chercheurs à l'origine de ces changements avaient à leur tête des phytogénéticiens, des entomologistes, des phytopathologistes, des spécialistes en nutrition végétale ou des agronomes. D'autre part, les agriculteurs qui désirent exploiter ces plantes améliorées doivent connaître les pratiques culturales innovatrices.

En prenant la parole au *Canadian Centennial Wheat Symposium* en 1967, Anderson et Morrison (1) ont rappelé aux scientifiques qu'il n'existe pas de panacée aux problèmes agricoles et ont souligné qu'abattre un obstacle ne fait souvent que susciter des difficultés plus complexes.

Blé

Une des raisons pour lesquelles les députés de la Chambre des communes ont sanctionné la promulgation de la Loi sur les stations agronomiques en 1886 était que le Canada, et en particulier le Manitoba et les Territoires du Nord-Ouest, avait besoin d'une variété précoce de blé roux vitreux de printemps. Le blé est apparu au Canada en 1605 avec la colonie française de Port Royal, en Nouvelle-Écosse, et dix ans plus tard sa culture s'était étendue jusqu'à Québec. Au cours des deux siècles suivants, les producteurs de blé de l'est du Canada et,

après 1812, ceux de la vallée de la rivière Rouge, au Manitoba, ont eu recours à des cultivars d'Europe occidentale, de Nouvelle-Angleterre et de l'État de New York, qui supportaient mal l'hiver rigoureux et la brève période de croissance propres à l'ouest du Canada.

Les premiers progrès importants réalisés en vue de développer des cultivars convenant au Canada remontent au printemps de 1841 ou de 1842 avec l'introduction de matériel génétique entièrement nouveau en provenance des steppes de l'Ukraine. David Fife, un cultivateur habitant près de Peterborough, en Ontario, a reçu en effet un peu de blé d'un ami de Glasgow, en Écosse, qui l'avait lui-même obtenu directement de Danzig (aujourd'hui Gdansk), en Pologne. Le même printemps, Fife a semé les graines. Tous les plants, sauf un, se sont développés de la façon typique du blé d'hiver ne formant ni fleur ni grain. Un plant toutefois s'est avéré différent. Il s'agissait d'une variété de printemps qui a produit des grains et que Fife a gardé pour en multiplier la semence. Pour le Canada, l'important a été que Red Fife, comme on en est venu à appeler ce

cultivar, était plus précoce et avait un meilleur rendement que les autres variétés de blé de printemps. En outre, les plants n'étaient pas attaqués par la rouille, avaient un grain plus dur que la plupart des autres cultivars et donnaient une farine de bonne qualité. Newman (62), Archibald (3) et Buller (8) estiment que Red Fife a permis à la culture canadienne du blé de se développer suffisamment pour donner le jour à un marché d'exportation. En 1886, Red Fife était le principal cultivar produit sur le milion d'hectares emblavés dans l'est du Canada. Dans l'Ouest toutefois ce cultivar parvenait à maturité trop tard pour assurer une récolte uniforme.

Un séjour au Manitoba et dans les Territoires du Nord-Ouest (à Brandon et à Indian Head) a amené William Saunders, premier directeur du réseau de fermes expérimentales, à conclure qu'il était nécessaire de mettre au point un cultivar précoce de blé de printemps. En 1888, soutenu par les députés de l'Ouest, il a lançé le programme d'amélioration du blé des fermes expérimentales en croisant des cultivars précoces à des cultivars de haute qualité. L'assistaient dans ce travail deux de ses fils, A.P. et C.E. Saunders ainsi que W.T. Macoun qui devait par la suite être choisi pour diriger les services d'horticulture du Dominion. Le groupe a fait la tournée des quatre fermes expérimentales de Nappan, en Nouvelle-Écosse, à Agassiz, en Colombie-Britannique, au moment de la floraison du blé et d'autres céréales. Ils ont croisé les types précoces et de haute qualité puis sélectionné les meilleurs plants issus de ces croisements les années subséquentes. Un de ces cultivars, Markham, est issu d'un croisement entre Red Fife et Hard Red Calcutta, un cultivar que William Saunders avait fait venir d'Inde parce qu'il mûrissait 2 à 3 semaines plus tôt que Red Fife.

C.E. Saunders a été nommé chercheur à la Ferme expérimentale centrale en 1903 et a soulagé son père des travaux les plus durs du programme d'amélioration des céréales. L'un de ses premiers soucis a été d'examiner la descendance des premiers croisements. Des plants issus de Markham, un cultivar génétiquement instable, il est parvenu à sélectionner Marquis. Morrison (60) décrit comment Saunders mâchonnait le grain pour en extraire la «gomme»

(le gluten) et déterminer la qualité boulangère de sa farine, et explique la façon dont il moulait le grain puis cuisait du pain pour s'assurer que les sélections étaient de la plus haute qualité. Les premiers échantillons de Marquis ont été expédiés aux agriculteurs des Prairies en 1909 pour les essais finals. Le nouveau cultivar devait s'avérer si supérieure aux autres qu'en 1920, il poussait sur 90 p. 100 des 6,9 millions d'hectares consacrés à la culture du blé roux vitreux de printemps dans les prairies canadiennes.

Marquis qui, au départ, résistait à la rouille de la tige, devait par la suite succomber aux nouvelles races du champignon et était souvent endommagé par les gelées d'automne dans le nord. Saunders a donc continué ses travaux d'hybridation dans l'espoir de trouver des cultivars précoces et résistants à la rouille de la tige. Il en est ainsi venu à introduire Preston, Huron et Stanley, trois excellents cultivars sauf en ce qui concerne la qualité. Les introductions subséquentes présentaient d'autres lacunes. Saunders poursuivait un travail délicat, compliqué par le fait que la précocité, habituellement associée à un rendement et à une qualité faibles, est un caractère génétiquement très complexe qui dépend partiellement d'un climat variable pour s'exprimer. Tout en croyant fermement dans les lois sur l'hérédité formulées par Mendel, Saunders n'a pu s'empêcher d'exprimer sa frustration dans son rapport de 1910 en se demandant si «la découverte de caractères simples mendeliens ne résultait pas parfois du mélange malheureux d'un enthousiasme délirant et de connaissances rudimentaires». Sa quête d'un blé précoce a été reprise à Ottawa par J.G.C. Fraser qui a homologué Garnet en 1925. Garnet parvenait à maturité 5 à 7 jours plus rapidement que Marquis mais sa qualité était inférieure. Ce cultivar était principalement destiné au district de la Rivière-de-la-Paix, dans le nord de l'Alberta, où on le cultive encore dans une certaine mesure. En 1948, Fraser et son collègue, F. Gfeller ont obtenu l'homologation du cultivar Saunders qui combinait la précocité de Garnet et la qualité de Marquis. Ce cultivar s'est avéré fort utile dans les parties septentrionales des provinces des Prairies au cours des années 1950. Aujourd'hui, les travaux relatifs à l'amélioration de la précocité du blé se poursuivent principalement à la Station de recherches de Beaverlodge, en Alberta.

Résistance à la rouille

La rouille de la tige, maladie attribuable au champignon *Puccinia graminis*, était bien connue des céréaliculteurs des grandes plaines dès l'origine, mais ce n'est qu'en 1916 que la maladie a réduit le rendement du blé de printemps de plus de 100 millions de boisseaux (2,7 millions de tonnes)! Force a été alors d'admettre que la culture du blé ne pourrait prendre son essor dans l'Ouest sans cultivars résistants à la rouille.

Le chapitre 5 explique comment E.C. Stakman a découvert, à l'Université du Minnesota, que la rouille du blé désignait en fait un vaste groupe de cryptogames auxquels les variétés de blé ne réagissaient pas toutes de la même façon. Cette découverte a marqué le début de l'ère moderne où l'on a entrepris d'adapter les variétés de blé aux besoins canadiens. Le Laboratoire de recherches sur les rouilles de Winnipeg, au Manitoba, a été créé en 1924 avec D.L.

Bailey comme phytopathologiste et C.H. Goulden comme phytogénéticien du blé. Deux ans plus tard, Goulden devait s'adjoindre un autre phytogénéticien, K.W. Neatby. L'objectif poursuivi par les deux chercheurs était de développer des cultivars résistants à la rouille de la tige. Le premier de ces cultivars à être cultivé au Canada a été Thatcher que H.K. Hayes, de l'Université du Minnesota, a mis au point et homologué en 1935. Ce cultivar était pratiquement identique à Marquis mais présentait l'avantage de résister à la maladie. L'année suivante, Goulden, Neatby et Bailey ont dévoilé leur premier cultivar résistant à la rouille, Renown, qu'on pouvait obtenir de Winnipeg. Il dérivait d'un croisement entre Reward, développé par la Division des céréales en 1928, et H.44 du Dakota sud, un croisement entre Marquis et une variété d'amidonnier. R.F. Peterson a quitté la Ferme expérimentale de Brandon pour remplacer Neatby et a homologué Regent en 1939 puis Redman en 1946, deux cultivars présentant une meilleure résistance à la maladie et des propriétés agronomiques plus intéressantes. De nouvelles races du champignon ont continué néanmoins de voir le jour et ont progressé vers le nord le long de la vallée du Mississippi pour finir par atteindre les cultivars de blé canadiens. La race 15B était l'une des plus graves. A.B. Campbell devait toutefois surmonter ce problème en 1953 en développant Selkirk et continue encore aujourd'hui de réprimer les nouvelles races qui se developpent naturellement par la procédé d'hybridation. L'amélioration des cultivars de blé pour la résistance à la rouille a été si efficace qu'aucune épidémie de cette maladie n'a été enregistrée dans l'Ouest depuis 1954.

À compter de 1969, les cultivars mis au point à Winnipeg ont commencé à manifester d'autres caractères désirables que la résistance à la rouille de la tige et une qualité meunière et boulangère exceptionnelle. Cette année-là, le secteur grainier a pu se procurer Neepawa, un cultivar résistant au piétin-verse, au charbon nu et à la carie, sans pour autant perdre l'aspect brillant de son grain. D'autres cultivars barbus ont été développés afin de permettre un meilleur andainage à la récolte; ils comportaient une résistance à la germination en andain, même si la moisson devait se prolonger en raison d'un temps trop pluvieux. En 1984, les cultivars développés à Winnipeg représentaient 87 p. 100 des emblavures canadiennes de blé roux vitreux de printemps.

En raison de leurs travaux exceptionnels, les phytopathologistes et les phytogénéticiens de Winnipeg reçurent de nombreux prix, dont les suivants :

1937—Médaille d'or, Institut professionnel de la Fonction publique du Canada (IPFP), premier récipiendaire :
J.H. Craigie, phytopathologiste

1953—Médaille d'or, IPFP :
C.H. Goulden, phytogénéticien

1962—Médaille d'or, IPFP :
T. Johnson, phytopathologiste

1967—Ordre du Canada :
J.H. Craigie, phytopathologiste

1971—Ordre du Canada :
T. Johnson, phytopathologiste

1976—Prime au mérite de la Fonction publique du Canada :
A.B. Campbell, phytogénéticien et
G.J. Green, phytopathologiste
1983—Médaille d'or, IPFP :
Équipe de recherche sur le blé panifiable de Winnipeg :
A.B. Campbell, phytogénéticien;
P.C. Dyck, phytogénéticien.
E.R. Kerber, phytocytogénéticien;
J.J. Neilsen, phytopathologiste et
D.J. Samborski, phytopathologiste

Au cours de la même période trois autres stations ont poursuivi des programmes moins importants visant à développer un blé roux vitreux de printemps adapté à des conditions climatiques précises. À Scott, A.G. Kusch devait développer et homologuer le cultivar Lake en 1954. Lake possédait le degré de résistance à la sécheresse nécessaire pour le centre de la Saskatchewan. Toutefois, il était sensible à la race 15B de la rouille de la tige et n'a jamais été cultivé de façon intensive. La ceinture des parcours de haute altitude qui entoure Lacombe dans l'ouest de l'Alberta subit fréquemment des gelées d'automne plus hâtives que les Prairies proprement dites. Pour répondre au besoin d'un cultivar précoce de blé panifiable, A.D. McFadden et M.L. Kaufmann à la station de Lacombe ont développé puis homologué le cultivar Park en 1963. Park est un cultivar précoce, à bon rendement, dont la qualité boulangère est satisfaisante. Il a connu vite une grande popularité dans le centre de l'Alberta et, en 1984, représentait 3,8 p. 100 de la superficie habituellement consacrée au blé roux vitreux de printemps dans les Prairies. De retour dans la partie aride des Prairies, E.A. Hurd a entrepris de développer un cultivar résistant à la sécheresse à la station de Regina, programme qu'il a poursuivi après sa mutation à Swift Current en 1970. En 1975, il avait ainsi développé Sinton, un cultivar offrant un bon rendement, même quand la quantité d'eau est insuffisante, et résistant à la rouille des feuilles. En 1984, ce cultivar représentait un peu plus de 2 p. 100 des emblavures de blé roux vitreux de printemps dans les Prairies.

Résistance au cèphe du blé

Le 10 août 1926, les tiges de blé aux épis lourds ont commencé à verser (tomber) dans le sud de la Saskatchewan. Le grain n'était pas encore mûr. Le phénomène n'était attribuable ni au vent ni à la pluie. Le coupable : une mouche minuscule appelée cèphe. La solution à ce problème grave nécessitait la création d'une gamme entièrement nouvelle de cultivars. La façon dont on y est parvenu sera narrée au chapitre 18.

Blé dur

Les pâtes alimentaires sont faites de blé dur. Les grains de ce type de blé, comme le nom l'indique, sont beaucoup plus durs que ceux du blé panifiable. Ils

sont également plus gros et la farine qu'on en tire, appelée semoule, qui a tendance à être jaunâtre est plus riche en protéine. Sa fraction glutineuse est moins malléable que la farine du blé panifiable. Sur le plan génétique, le blé dur possède deux génomes (deux fois sept paires de chromosomes) alors que le blé panifiable en a trois (21 paires). Ce type de blé est particulièrement bien adapté aux régions semi-arides des Prairies car il tolère la sécheresse davantage. Le blé dur a été introduit au Canada vers 1918 avec les cultivars américains Golden Ball et Mindum. Toute une série de cultivars américains devait les suivre jusqu'en 1969.

Vers le milieu des années 1950, le rendement du blé dur souffrait gravement des attaques de la race 15B de la rouille de la tige. C.H. Goulden, depuis peu céréaliculteur du Dominion, a décidé en 1949 que le Laboratoire sur les rouilles de Winnipeg devait lancer un nouveau programme d'amélioration afin d'incorporer les gènes de résistance à la rouille aux cultivars de blé dur. A.B. Masson a mis le programme en place. Il a été remplacé par E.R. Kerberr en 1955, qui s'est chargé de la multiplication et de la distribution des semences. En 1961, la responsabilité du programme d'amélioration est revenu à D. Leisle qui a homologué Hercules, le premier cultivar canadien, 8 ans plus tard. Hercules résistait à la rouille de la tige et des feuilles ainsi qu'au charbon nu. Ce cultivar était également supérieur aux cultivars américains de l'époque sur le plan du rendement, de la précocité, de la robustesse de la paille et de la grosseur du grain. Depuis 1969, les travaux de Leisle ont donné les cultivars Coulter et Medora, équivalents ou meilleurs qu'Hercules, mais résistants à la carie et d'excellente qualité pour la fabrication des pâtes alimentaires. Malheureusement, ces cultivars tolèrent mal la sécheresse et ne peuvent donc être cultivés que dans l'est des Prairies.

En 1961, à la Station de recherches de Regina, E.A. Hurd a entrepris un programme d'amélioration du blé dur épousant des objectifs similaires plus la tolérance à la sécheresse. Hurd est déménagé à Swift Current en 1970 où l'a rejoint T.F. Townley-Smith. Wascana et Wakooma ont été homologués en 1971 puis en 1973. Leur rendement était supérieur aux cultivars de Winnipeg en conditions de sécheresse. Les programmes d'amélioration poursuivis à Swift Current et à Winnipeg ont alors été fusionnés et ont amené l'introduction de Macoun en 1974 puis de Kyle en 1984, année où les cultivars développés à Winnipeg et à Swift Current représentaient 90 p. 100 des emblavures canadiennes de blé dur (1,7 million d'hectares).

D'autres cultivars de blé de printemps destinés à la fabrication de farine de pâtisserie et de biscuiterie ou à l'alimentation animale ont été développés par les scientifiques des fermes expérimentales et de la Direction générale de la recherche. Ainsi, en 1947, J.G.C. Fraser et F. Gfeller de la Division des céréales ont homologué Cascade, un blé fourrager de printemps, blanc et semi-vitreux. Cascade tolère la rouille de la tige et le blanc en plus de posséder une résistance modérée à la rouille des feuilles. Ce cultivar était cultivé en Ontario ainsi que sur les terres irriguées de l'Alberta. En 1951, Fraser et Gfeller ont fait homologuer le blé roux vitreux Acadia qui a connu une certaine popularité dans l'est du

Canada pendant quelques années. H.G. Nass s'est joint au personnel de la Station de recherches de Charlottetown en 1971 pour travailler sur le blé roux d'alimentation. Grâce au matériel génétique élaboré dans le cadre du programme que J.D.E. Sterling avait lancé quelques années plus tôt, il a réalisé des progrès rapides et homologué son premier cultivar, Dundas, en 1979. Dundas est barbu et précoce, mais sensible au blanc. Au contraire Vernon, introduit en 1981, est un cultivar sans barbe qui résiste à cette maladie. Enfin Milton, homologué en 1982, a une plus grande zone d'acclimatation que les deux cultivars précédents et semble convenir à l'ensemble des provinces de l'Atlantique ainsi qu'à certaines parties du Québec.

Blé d'hiver

Le blé d'hiver doit être ensemencé à la fin de l'été. La plante germe et pousse jusqu'à une hauteur de 10 à 15 cm puis, pendant les journées fraîches et courtes de l'automne, chaque plant est soumis à un processus physiologique naturel appelé vernalisation qui lui permettra de fleurir le printemps suivant. Pourvu que la plante survive à l'hiver, le réchauffement printanier en accélérera la croissance, la floraison et l'épiaison jusqu'à sa maturité, en juillet ou au début d'août. Le blé d'hiver exploite efficacement l'humidité disponible en hiver et au printemps et a donc un rendement plus élevé que celui semé au printemps.

Quand les colons de Selkirk se sont établis à l'endroit où se dresse maintenant Winnipeg, en 1812, le premier blé qu'ils ont cultivé était du blé d'hiver. Malheureusement, l'espèce n'était pas assez rustique pour résister au rude hiver qui a suivi et à partir de 1813, les colons ont dû se résigner à n'ensemencer que du blé de printemps. Sous le Régime français, le blé de printemps a été la culture prédominante en Acadie et en Nouvelle-France pour la même raison qu'il continue de l'être dans les provinces de l'Atlantique et au Québec aujourd'hui. Le blé d'hiver pousse bien sous le climat plus doux du sud-ouest de l'Ontario où il a été introduit vers 1880 par les United Empire Loyalists fuyant l'État de New York. En Alberta, la culture du blé d'hiver a connu ses débuts vers la fin des années 1880 avec les variétés ukrainiennes obtenues des États-Unis. En 1888, on cultivait un peu moins d'un million d'hectares de blé d'hiver en Ontario. Aujourd'hui on y consacre la moitié seulement de cette superficie, soit 250 000 hectares en Ontario et approximativement autant en Alberta et en Saskatchewan. Les blés d'hiver tendres et blancs cultivés en Ontario sont destinés à la pâtisserie et à la biscuiterie et plus de 60 p. 100 de la récolte est exportée; en Alberta et en Saskatchewan, le blé d'hiver roux est utilisé pour la pâtisserie et l'exportation. Les blés d'hiver roux et vitreux qui proviennent habituellement de l'Alberta servent à la fabrication des craquelins. Les autres blés d'hiver, y compris ceux cultivés dans les Maritimes, en Ontario et en Colombie-Britannique, sont réservés à l'alimentation animale.

Au début, le programme d'amélioration du blé d'hiver était un effort coopératif entre le Collège d'agriculture de l'Ontario situé à Guelph, la Station expérimentale de Harrow et la Division des céréales de la Ferme expérimentale

centrale. Les travaux entrepris dans le cadre de ce programme devaient déboucher sur l'homologation du cultivar Rideau en 1941. La Division des céréales a poursuivi le programme sous la direction de A.G.O. Whiteside afin d'améliorer le blé d'hiver tendre et blanc destiné à l'industrie de la pâtisserie. C'est ainsi que Richmond a vu le jour en 1953 et Talbot en 1962. Le meilleur cultivar, Fredrick, du nom de F. Gfeller qui a consacré sa vie à l'amélioration du blé à Ottawa de 1936 jusqu'à sa retraite en 1969, n'a toutefois été homologué qu'en 1971. Il est cependant rapidement venu à représenter 90 p. 100 des emblavures en Ontario. Le cultivar Gordon, développé par D.R. Sampson à Ottawa, a été homologué en 1980 et Harus, fruit des travaux de A.H. Teich à Harrow, a été introduit en 1985. Ces deux derniers cultivars ont une qualité supérieure à Fredrick pour la pâtisserie. Les blés d'hiver fourragers développés par H.G. Nass à Charlottetown pour les provinces de l'Atlantique comprennent Lennox (1975), Valor (1981, en coopération avec la Station de recherches d'Ottawa) et Borden (1984).

À Lethbridge, en Alberta, J.E. Andrews a concentré ses efforts sur la mise au point d'un blé d'hiver rustique et de haute qualité pour le sud de l'Alberta et le sud-ouest de la Saskatchewan. Andrews a débuté ses travaux en 1951 en se servant de la descendance du croisement Minter × Wichita effectué à Lethbridge en 1949. Sa première réussite a été Winalta (2), homologué en 1961 avec M.N. Grant. Ce cultivar rustique à haut rendement donnait un grain dont la qualité approchait celle du blé roux vitreux de printemps. Comme les producteurs de farine de boulangerie se l'arrachaient pratiquement, ce cultivar a rapidement remplacé les variétés cultivées jusqu'alors. Lorsque Andrews a quitté Lethbridge pour Brandon, Grant a repris le flambeau et a fini par développer Sundance en 1971 puis Norstar, 7 ans plus tard. Le rendement de Sundance dépassait celui de Winalta d'environ 19 p. 100 et avait l'avantage supplémentaire de résister à l'égrènement. Norstar réunissait les caractères désirables des deux cultivars qui l'avaient précédé en plus de montrer une résistance exceptionnelle à l'hiver.

La tolérance du blé d'hiver aux basses températures hiémales a été l'objectif de recherche de D.W.A. Roberts pendant de nombreuses années. À Lethbridge, Roberts (68) a découvert que la résistance du blé d'hiver aux basses températures (endurcissement) débute lorsque la température ambiante tombe en-dessous de 10 °C. Ce mécanisme nécessite de la lumière, du gaz carbonique et une fertilisation appropriée. Les plants endurcis de variétés convenables peuvent supporter une température aussi faible que −20 °C. Les pratiques culturales utilisées pour préparer le lit de semence, l'épaisseur de la couche de neige, la fréquence et la durée des redoux, la quantité d'humidité dans le sol et l'incidence de certaines maladies comme la mosaïque-bigarrure sont autant de facteurs qui déterminent la survie du blé d'hiver.

Avoine

Les colons du XVII[e] siècle ont amené avec eux en Amérique du Nord de l'avoine pour se nourrir et engraisser leurs animaux. Avec la grande population

de chevaux, l'avoine a pris rapidement de l'importance et seul le blé l'a dépassé en valeur marchande. Avant l'instauration des fermes expérimentales, plusieurs personnes sélectionnaient les variétés importées, génétiquement différentes, avant de leur donner un nom et de les multiplier.

C.E. Saunders a débuté les travaux d'amélioration de l'avoine à la Ferme expérimentale centrale en 1906 et homologué son premier cultivar en 1920. Legacy était un cultivar de précocité moyenne, résistant à la tache aréolée et à la septoriose de la Victoria et de bon rendement, particulièrement dans le centre de l'Alberta. Plusieurs autres cultivars devaient le suivre dont Abegweit, développé en collaboration avec la station de Charlottetown.

À l'instar du blé, l'avoine est sensible aux rouilles des feuilles et de la tige. J.N. Welsh qui devait rejoindre C.H. Goulden au Laboratoire d'amélioration des céréales de Winnipeg pour l'aider dans ses travaux sur le blé a dû rapidement se tourner vers l'avoine en raison d'un besoin pressant pour des cultivars résistants à la rouille. En compagnie de W.F. Hanna, le phytopathologiste, Welsh a introduit Vanguard en 1936, le premier cultivar d'avoine résistant à cette maladie. Vanguard avait été sélectionné d'un croisement entre Hajira et Banner effectué en 1926. Il résistait à sept races de rouille de la tige ainsi qu'à la tache aréolée et à la septoriose de la Victoria. Parmi les plus grandes réussites de Welsh se trouve le développement des cultivars Garry et Rodney. Le premier, en particulier, se caractérisait par une très grande facilité d'acclimatation, une excellente performance agronomique et la résistance aux maladies. La collaboration de Welsh et de T. Johnson, un autre phytopathologiste, devait déboucher à la fois sur la production de nouveaux cultivars d'avoine et sur l'accumulation de renseignements sur les organismes pathogènes responsables de la rouille.

R.I.H. McKenzie a quitté Indian Head pour Winnipeg en 1956 et, en compagnie des phytopathologistes J.W. Martens et D.E. Harder, a présenté aux agriculteurs canadiens une gamme de cultivars résistants à la rouille et susceptibles de répondre pratiquement à tous leurs besoins. Ainsi, le cultivar Harmon a été largement accepté en raison de son bon rendement et de l'attrait que lui conféraient ses gros grains. Les cultivars comme Dumont et Riel développés par McKenzie vers la fin des années 1970 et le début des années 1980 résistaient très bien à la rouille de la tige, à la rouille couronnée et au charbon. En 1984, les cultivars mis au point par les chercheurs de Winnipeg étaient cultivés dans la moitié des champs d'avoine des Prairies.

La verse des plants de céréales avant et pendant la maturation du grain entraîne des pertes car le grain mûrit mal et la moisson se fait difficilement. Certaines variétés, surtout d'avoine, ont plus tendance à verser que d'autres. En 1947, D.G. Hamilton de la Division des céréales avaient examiné (26) les facteurs affectant la résistance à la verse chez l'avoine dans l'espoir d'identifier les caractéristiques précises dont devraient tenir compte les phytogénéticiens. Il a découvert ainsi que les variétés résistantes avaient un chaume (une tige) de plus grand diamètre et un système racinaire mieux développé, plus étendu et plus solide que les variétés sensibles. Heureusement, ces caractères se manifestaient simultanément ce qui a permis la sélection afin d'accroître la résistance à la verse.

À Lacombe, en Alberta, A.D. McFadden a sélectionné des lignées précoces à partir des croisements obtenus d'Ottawa; il a choisi ainsi Larain qu'il a homologué en 1947. Quand M.L. Kaufmann a rejoint le personnel de la station en 1956, il a appliqué la méthode de la sélection généalogique à ses travaux d'hybridation. Pour cela, des centaines de lignées devaient faire l'objet d'essais de rendement coûteux; les variétés au rendement le plus élevé servaient ensuite de lignées parentales. Le chercheur a découvert que les meilleurs descendants n'étaient pas plus productifs que les parents et a conclu qu'on avait peut-être atteint un plateau en matière de rendement. Pour réduire les coûts et continuer d'obtenir de nouvelles variétés à rendement élevé, il a mis au point une méthode de sélection «aléatoire» en recueillant une graine de chaque plant dans les générations ségrégantes (F_2 à F_6) et en les semant en vrac l'année suivante. Les semences de la F_6, dont une grande partie devaient être homozygotes (génétiquement stables), étaient plantées en rangs courts où l'on procédait à la sélection de la façon habituelle. Après y avoir soumis plus de 800 lignées, Kaufmann (42) a décidé que la méthode était efficace et, en 1971, a présenté Random, un cultivar modérément précoce, présentant d'excellentes possibilités de rendement en plus d'une paille courte et robuste. La même année, Kaufmann a accepté de prendre en charge le programme d'amélioration de l'orge. H.T. Allen a hérité du programme d'amélioration de l'avoine et a homologué trois nouveaux cultivars entre 1975 et 1979. Le dernier et le plus productif, Cascade, est extensivement cultivé dans les provinces des Prairies.

À chaque extrémité du pays, D.K. Taylor (Agassiz) et J.D.E. Sterling et R.B. MacLaren (Charlottetown) ne ménageaient pas leurs efforts pour développer des cultivars convenant au climat et aux sols particuliers de leur région. La réussite leur a souri en 1967 : Taylor (80) a présenté Fraser, un cultivar à haut rendement et à tige robuste alors que Sterling et MacLaren (77) ont dévoilé Cabot, un nouveau cultivar à rendement élevé pour l'Île-du-Prince-Édouard.

Au moment où Kaufmann poursuivait ses travaux à Lacombe, à la Station de recherches d'Ottawa, Sampson (71) examinait comment sélectionner des souches parentales, des hybrides et des plants individuels au sein d'une même lignée. Il est finalement parvenu à mettre au point un système d'indices qui combinait les données recueillies à la deuxième et à la troisième génération. De leur côté, Rajhathy et Thomas (65) ont élargi nos connaissances techniques sur le genre *Avena* en rédigeant un ouvrage sur la cytogénétique de l'avoine.

Au fil du temps, la station d'Ottawa s'est taillée une réputation enviable grâce aux travaux sur l'amélioration de l'avoine amorcés par C.E. Saunders et repris par L.H. Newman, R.A. Derek, F.J. Zillinsky et V.D. Burrows. Les méthodes classiques d'amélioration sont restées à l'honneur jusqu'au début des années 1950 où Zillinsky a changé tout cela en créant un important réservoir de matériel génétique grâce à un programme d'hybridation interspécifique extensif couvrant un grand nombre d'espèces du genre. Burrows est venu prêter main forte à Zillinsky en 1958 en tant que spécialiste en physiologie végétale et s'est mis à étudier le nouveau matériel génétique. Quand Zillinsky a accepté un poste à la *Rockefeller Foundation* en 1969, Burrows a assumé la responsabilité du

programme d'amélioration. Des expériences d'hybridation interspécifique ont permis à Burrows de développer les cultivars Gemini, Foothill et Hinoat. Foothill a été la première céréale à double usage et la première avoine fourragère du Canada. Hinoat (*high nitrogen oat* : avoine à haute teneur en azote) a été la première avoine à haute teneur protéique homologuée pour la consommation humaine.

Les variétés canadiennes d'avoine sont sensibles à la photopériode. En d'autres termes, les plants ont besoin de beaucoup de lumière pour fleurir. Burrows a dévoilé le premier cultivar photo-apériodique en 1982, Donald. Le gène permettant à ce cultivar de fleurir malgré une photopériode plus courte provient d'un spécimen d'*Avena byzantina* recueilli en Turquie en 1964. Le transfert du gène au génome de l'avoine canadienne a rendu possible l'établissement de pépinières d'avoine d'hiver en Californie et la production de deux générations par année. À l'instar des cultivars photo-apériodiques de blé, d'orge et de riz, les variétés canadiennes d'avoine photo-apériodique fleurissent peu importe la durée de la photopériode.

Burrows a travaillé de nombreuses années en vue d'introduire une catégorie différente d'avoine, les «dormoats», propre à être cultivée dans les régions septentrionales. Pour cela, il a combiné les gènes de dormance de la semence de *A. fatua* aux gènes codant une meilleure performance agronomique chez *A. sativa*. Les graines de «dormoat» sont semées en automne et restent en dormance tout l'hiver, mais germent au début du printemps et profitent du temps frais et humide pour donner des plants pourvus de nombreuses talles et de grosses panicules à production élevée. Ce génotype d'avoine demeure toutefois expérimental et son exploitation dépendra du développement de techniques convenables pour conditionner la semence avant sa plantation en automne, si l'on veut obtenir une germination uniforme le printemps suivant.

Bien que les améliorateurs canadiens aient homologué plusieurs cultivars d'avoine nue (Laurel, Brighton, Vican, Terra) à haute teneur en énergie et en protéine, ils n'ont pas encore été adoptés par les producteurs. En 1985, Burrows présentait un cinquième cultivar, Tibor, doté d'un bon potentiel nutritif pour la volaille et les porcins. La teneur en énergie du grain de Tibor approche celle du maïs et sa teneur protéique est telle qu'il n'est pas nécessaire de fournir aux animaux un supplément de tourteau de soja.

La «domestication» initiale d'un grand nombre de plantes s'est faite dans le bassin méditerranéen où l'espèce *Avena* trouve sans doute son origine. C'est à cet endroit qu'on trouve la plus grande variation de l'espèce. En 1970, B.R. Baum et T. Rajhathy d'Ottawa ainsi que J.W. Martens et G. Fleischmann de Winnipeg ont prospecté la flore des régions bordant la Méditerrannée pendant environ huit semaines dans l'espoir de trouver une avoine indigène que l'on pourrait utiliser dans le cadre du programme d'amélioration canadien. Ils ont rapporté plus de 15 000 spécimens représentant 10 espèces! Ces spécimens ont été ajoutés à ceux réunis lors d'une expédition similaire effectuée en 1964. La collection, qui offre aux phytogénéticiens canadiens le meilleur et le plus vaste groupe de spécimens d'avoine, est conservée par le Service des ressources

phytogénétiques du Canada dirigé par R. Loiselle à la Station de recherches d'Ottawa. Ce service garde le matériel génétique de 78 500 spécimens à 4 °C ou à –20 °C respectivement pour une courte ou longue période de temps. Ainsi, le Canada sert de banque mondiale pour le matériel génétique de l'avoine et de l'orge et conserve aussi le double de la banque mondiale créée pour le millet. Le service des Ressources phytogénétiques détient également une collection de spécimens de nombreuses autres cultures comme le blé, la luzerne, les graminées et les légumes à partir desquels il est possible d'obtenir de nouveaux gènes susceptibles d'accroître la résistance aux maladies et la précocité. Le cultivar d'avoine Donald a été créé grâce à cette banque de matériel génétique.

J.P. Dubuc a rejoint le personnel de la Station de recherches de Sainte-Foy (Québec) sept ans après l'inauguration de cette dernière pour y poursuivre les travaux d'amélioration sur l'avoine amorcés par F. Gautier et C.A. Saint-Pierre. Ce dernier, qui n'avait passé que deux ans à la station, avait néanmoins donné une base solide au programme permettant à Dubuc d'homologuer son premier cultivar, Alma, l'année même de son arrivée. Alma est une avoine à paille courte et robuste issue d'un croisement réalisé à la Ferme expérimentale de Sainte-Anne-de-la-Pocatière. Quatre autres cultivars à paille courte et robuste sont nés du programme d'amélioration de Sainte-Foy, le plus récent, Kamouraska, ayant été développé en collaboration avec les chercheurs de Charlottetown. Kamouraska a de gros grains, une bonne teneur protéique et une résistance supérieure à la verse.

Orge

Champlain a introduit l'orge au Canada en 1605 à la demande des brasseurs qui y vivaient. Deux siècles plus tard, Bay of Quinte, une variété à deux rangs, est devenue si populaire auprès de l'industrie brassicole des États-Unis que le gouvernement américain en a limité l'importation avec le tarif McKinley en 1890 (28). Devant la perte de ce marché, on a songé à utiliser l'orge comme céréale fourragère. Malheureusement, le faible rendement des variétés à deux rangs et l'absence d'un marché organisé pour les provendes devaient obliger l'orge à céder le pas devant les autres céréales. La situation en était rendue à ce point au moment de l'inauguration du réseau des fermes expérimentales et de l'apparition de l'orge dans l'Ouest.

Il existe deux sortes d'orge : à deux rangs et à six rangs, mais toutes deux sont de l'espèce *Hordeum vulgare*. Le nombre de rangs correspond à la disposition des grains sur l'épi. Il y a un siècle, les malteries se servaient d'orge à deux rangs parce que cette variété avait une aleurone[1] de couleur jaune. L'orge à six rangs, dont l'aleurone est de couleur bleue, était réservée à l'alimentation animale.

Trois événements devaient redonner à l'orge la place prépondérante qu'elle occupait auparavant au Canada. En 1910, le Collège d'agriculture de l'Ontario a

[1]L'aleurone est la couche extérieure de l'endosperme du grain des céréales. On y trouve de petits granules protéiques de couleur chez certaines variétés.

introduit un nouveau cultivar, O.A.C. 21, sélectionné à partir de semences importées de Mandchourie en 1889. En 1910, est née également la *Canada Malting Company* qui s'est aussitôt mise à encourager la culture d'orge brassicole. Enfin, en 1918, J.H. Grisdale, sous-ministre de l'agriculture du Canada, a créé un comité national dont les buts étaient d'accroître la production d'orge, d'améliorer la qualité de cette culture et d'en étendre le marché. Grâce aux fonds mis à sa disposition par les producteurs, le sous-ministre réunit des représentants de l'industrie céréalière, des malteries, des universités ainsi que des ministères provinciaux et fédéral de l'Agriculture qui devaient par la suite former un comité d'experts attaché au Conseil national de recherches.

Les cultivars européens à deux rangs testés par les agriculteurs ontariens en 1888 avaient une paille faible et étaient peu précoces. En 1889, W. Saunders a croisé (13) des variétés à six rangs à des variétés à deux rangs dans l'espoir d'obtenir un cultivar qui en réunirait les meilleures caractéristiques. Il a procédé également à certaines sélections sur le matériel mandchou pour finir par homologuer Mensury Ottawa 60, un cultivar à aleurone bleue et Manchurian Ottawa 50, un cultivar à aleurone jaune. Le premier devait susciter passablement d'intérêt au Manitoba, mais tous deux ont été surpassés par O.A.C. 21. Le programme d'amélioration lancé à Ottawa s'est poursuivi jusqu'en 1950 sous la direction de P.R. Cowan et a permis la création des cultivars Fort et Nord.

En 1912, J.A. Clark, régisseur de la Station expérimentale de Charlottetown, à l'Île-du-Prince-Édouard, a sélectionné (7) une variété d'orge à deux rangs cultivée par les agriculteurs de la région qu'il a nommé Charlottetown n° 80. Cette variété a connu une grande popularité dans les Maritimes car elle perdait ses barbes à la récolte, ce qui en facilitait la manutention par rapport aux autres variétés barbues dont elle dépassait le rendement, en plus de tolérer les sols acides.

En 1923, S.J. Sigfussion a amorcé un programme d'amélioration qui devait s'avérer particulièrement fructueux à la Ferme expérimentale de Brandon, au Manitoba. La période vraiment productive du programme n'a débuté néanmoins qu'avec W.H. Johnston en 1936 après que Sigfussion et R.F. Peterson (1933-1936) en eurent posé les fondements. Johnston a orienté ses recherches sur des variétés à deux et à six rangs résistant à la maladie et susceptibles de servir à l'industrie brassicole comme à celle de l'élevage. Sigfussion avait croisé Lion et Beaver pour obtenir Plush que les agriculteurs ont pu utiliser à compter de 1936. Plush, dont le rendement était acceptable, était néanmoins sensible au charbon, à la rouille ainsi qu'à la plupart des maladies de l'épi et des feuilles. En 1947, Johnston a obtenu l'homologation d'un nouveau cultivar Vantage, qui résistait à la rouille de la tige. Au cours des 25 années suivantes, il a amélioré et introduit 13 cultivars des deux types encore plus améliorés. Il a été le premier à combiner une résistance générale aux maladies à la précocité et à un rendement élevé. Le dernier cultivar qu'il a introduit, Bonanza, constitue encore aujourd'hui la norme pour la qualité en matière de malterie et de brasserie. En reconnaissance de sa contribution à l'agriculture canadienne, l'Université du Manitoba lui

a décerné un doctorat honorifique en sciences en 1968 et le gouvernement fédéral la prime au mérite de la Commission de la Fonction publique du Canada en 1969.

À compter de 1950, le programme national d'amélioration de l'orge est tombé sous la responsabilité de D.G. Hamilton. L'un des principaux intérêts de ce dernier était la sélection de cultivars d'orge (et d'avoine) résistants au piétin causé par le champignon *Helminthosporium sativum*. Les programmes d'amélioration souffraient toutefois de l'absence de techniques satisfaisantes pour sélectionner des plantules résistantes. En compagnie de R.V. Clark, Division de botanique et de pathologie végétale, Hamilton (27) est parvenu à obtenir des relevés différentiels fiables en l'espace de 21 jours en modifiant les techniques existantes et en utilisant des semences et du sable stérilisés ainsi qu'un mélange de sable et de farine de maïs dans lequel l'inoculum pouvait être gardé à la température et au degré d'humidité appropriés. Cette nouvelle technique a accéléré et simplifié la sélection des plants résistants à *H. sativum*. Au cours des

30 dernières années, R. Loiselle, G. Fedak, S.O. Fejer et K.M. Ho ont pris successivement en charge le programme d'amélioration de l'orge à la Station de recherches d'Ottawa. Grâce à leurs efforts, trois cultivars fourragers exceptionnels ont vu le jour : les cultivars Massey, Vanier et Léger, du nom de trois anciens gouverneurs généraux.

Pour l'aider dans ses travaux, Johnston profitait de l'appui des chercheurs du Laboratoire de phytopathologie de Winnipeg. Au début, Johnston (59) et D.R. Metcalfe, tous deux en poste à Brandon, ont étudié l'hérédité de la résistance au charbon nu. En 1966, Metcalfe a été muté à Winnipeg pour implanter un programme d'amélioration de l'orge à deux rangs et a poursuivi ses recherches sur le charbon nu avec K.W. Buchannon, W.C. McDonald et E. Reinbergs (58).

R.I. Wolfe, qui servait d'adjoint à Johnston depuis 1968, a repris le flambeau quand ce dernier a pris sa retraite en 1971. Il a homologué ainsi quatre autres cultivars (dont un nommé en l'honneur de son ancien patron) supérieurs aux cultivars précédents tour à tour en matière de rendement, de propriétés agronomiques et de résistance aux maladies. M.C. Therrien assume la charge du programme depuis 1981. On peut avoir une idée de l'impact des travaux de Johnston et de ses collègues sur la production d'orge en notant qu'en 1984, 60 p. 100 des terres consacrées à cette culture dans l'Ouest étaient emblavées de cultivars issus du programme d'amélioration de Brandon.

Les chercheurs des autres stations de l'est et de l'ouest du pays ont mis au point des cultivars acclimatés à leur région. Le premier à être homologué, Wolfe, qui a marqué l'aboutissement des efforts déployés par A.D. McFadden à Lacombe, en Alberta, est homologué en 1954 à partir d'un croisement effectué à Ottawa. Il s'agissait d'une variété à paille robuste mais sans grande résistance aux maladies. À Lethbridge, dans la même province, S.A. Wells a développé Galt avec l'aide de D.S. McBean à Swift Current (Saskatchewan) en 1966. Ce cultivar à six rangs et à haut rendement est bien adapté aux terres irriguées comme aux sols arides. En 1974, à l'Île-du-Prince-Édouard, J.D.E. Sterling a mis au point

Kinkora, le premier cultivar capable de résister au chalcis de l'orge. Celui-ci présentait également une certaine tolérance aux sols acides. À Sainte-Foy (Québec), en collaboration avec les phytogénéticiens de l'Université Laval, J.P. Dubuc est parvenu de son côté à développer Sophie, en 1980, une orge bien acclimatée à l'est du Canada. Enfin, à Lacombe, M.L. Kaufmann a obtenu Diamond en 1982 à partir d'une méthode de sélection aléatoire qu'il avait lui-même mise au point pour l'avoine. Dans le centre de l'Alberta, ce cultivar a un rendement plus élevé et est plus précoce que Galt.

Qualité des céréales

La qualité des céréales, et en particulier celle du blé panifiable, revêt une importance capitale pour le maintien des exportations canadiennes de grain. Pour cette raison, la loi stipule qu'aucune variété ne peut être homologuée pour la vente au Canada si sa qualité boulangère n'est pas égale à celle de Marquis. Un comité d'experts sur la qualité des grains renseigne la Division des semences de la Direction générale de la production et de l'inspection des aliments d'Agriculture Canada sur la qualité du grain et la Division conseille le Ministre sur les caractéristiques de qualité que devraient présenter les nouvelles sélections destinées à l'homologation. Les améliorateurs canadiens s'entendent pour dire qu'il est essentiel de maintenir le degré de qualité des céréales canadiennes malgré les difficultés supplémentaires que cela entraîne au niveau de la sélection. En effet, un nouveau cultivar peut présenter des qualités agronomiques exceptionnelles sans pour autant être acceptable pour la boulangerie. Dans ce cas, l'obtenteur doit faire table rase et repartir à zéro.

Sir Charles Saunders est le premier phytogénéticien canadien spécialisé dans les céréales à souligner l'importance de bonnes propriétés boulangères (60). P.R. Cowan a suivi ses traces et lorsque A.G.O. Whiteside a rejoint le personnel des fermes expérimentales en 1924, ces dernières étaient dotées d'un laboratoire complet sur la qualité des céréales. Whiteside et son adjoint, H. Miller, se sont mis à moudre de petits échantillons de semences généalogiques, à en tester la farine et la pâte pour la résistance du gluten puis à cuire du pain avec chaque échantillon.

Il a reçu pour cela l'aide du directeur des services de chimie du Dominion, C.H. Robinson, qui a déterminé la teneur protéique de chaque échantillon, l'un des facteurs affectant la qualité boulangère du blé.

Les améliorateurs canadiens ont envoyé des échantillons de grain au laboratoire de la Division des céréales d'Ottawa jusqu'en 1951, année où V.W. Bendelow est envoyé à Winnipeg pour y effectuer le même travail. En 1959, ce dernier avait entièrement relevé Ottawa des essais du blé panifiable. La contribution des laboratoires de Winnipeg et d'Ottawa aux programmes d'amélioration des céréales n'a cessé de se développer tant sur le plan quantitatif que qualitatif au fil des ans. Le blé dur, le blé roux d'hiver et le blé tendre et blanc de printemps devaient successivement s'ajouter aux essais effectués par Bendelow à Winnipeg qui s'est également mis à étudier le maltage de l'orge. À Ottawa, Whiteside et ses

successeurs, I. de la Roche et R.G. Fulcher, se sont penchés sur la qualité des blés tendres et blancs d'hiver pour la pâtisserie et sur la teneur protéique des blés fourragers. Un troisième laboratoire a ouvert ses portes en 1981 lorsque R. Stark, technologiste alimentaire en poste à Kentville, en Nouvelle-Écosse, s'est mis à faire des évaluations qualitatives pour les améliorateurs des Maritimes.

Les scientifiques des laboratoires de Winnipeg et d'Ottawa poursuivent des recherches originales dont la majeure partie porte sur l'amélioration des techniques d'analyse de la qualité des céréales. Ainsi à Ottawa, Fulcher, Wood et Yiu (21) ont examiné comment la microscopie à fluorescence pourrait servir au dépistage d'hydrates de carbone et d'enzymes spécifiques dans les céréales et d'autres aliments. L'utilisation d'une source lumineuse à haute intensité et l'insertion de deux filtres permettant de modifier la quantité de lumière qui traverse le microscope ont révélé l'existence de matériel fluorescent dans les échantillons colorés de la façon appropriée. Cette technique permet d'étudier les différences de concentration et de distribution de certains hydrates de carbone dans les cultivars d'orge et d'avoine ainsi que les propriétés structurales du système digestif et les modifications chimiques qui surviennent pendant la germination ou le maltage du grain.

COLZA CANOLA

En règle générale, la margarine, l'huile à friture et les vinaigrettes canadiennes sont faites de canola, un type de colza qui constitue l'une des plus récentes réussites de la recherche et de la production agricoles au Canada.

Le canola trouve son origine dans le colza. Le terme colza dérive de deux mots néerlandais qui signifient semence de chou, le colza étant étroitement apparenté à cette espèce (19). On triture les graines de colza pour en extraire l'huile, et les feuilles servent de fourrage pour le bétail. Dans les pays d'Asie, il y a 3 000 à 4 000 ans, le colza était broyé et on se servait de son huile pour la cuisson et l'éclairage (6). L'espèce a été introduite de Chine au Japon il y a environ deux millénaires et par la suite en Europe, le long de la Méditerranée, où son huile était également utilisée pour l'éclairage. On préférait l'huile de colza à celle de baleine car elle brûlait sans fumée. Ce n'est qu'au XIX^{e} siècle que l'huile de colza a été remplacée par celles dérivées du pétrole.

Lorsque la machine à vapeur a vu le jour au XVIII^{e} siècle, des ingénieurs ont découvert que l'huile de colza était la seule huile connue capable d'adhérer suffisamment au métal pour ne pas être lessivée par l'eau chaude et la vapeur. Elle est donc devenue un lubrifiant de choix pour l'industrie maritime. L'Amérique du Nord importait alors toute son huile de l'est de l'Europe. Vers les années 1930 (6), T.N. Stevenson, Division des cultures fourragères, a amené des semences de colza fourrager et oléagineux d'Europe afin d'en tester la culture dans les fermes expérimentales canadiennes. Il a été surpris de voir le colza croître avec vigueur. Même avec des semis tardifs, les longues heures d'ensoleillement de l'été canadien permettaient aux plants de parvenir à maturité

avant les plus graves gelées d'automne. On a dû néanmoins attendre 1943 avant que ne débute vraiment la production commerciale du colza au Canada.

Au début de 1942, la Seconde Guerre mondiale mettant un terme aux expéditions de colza d'Europe et d'Asie, M^me^ Phyliss Turner, responsable des corps gras au *Wartime Prices and Trade Board* (85), a demandé à Stevenson, alors directeur des services agricoles du Dominion, si l'on pouvait cultiver le colza au Canada. D'après ses expériences de 1930, Stevenson savait que la chose était effectivement possible. La même année, les fermes expérimentales ont produit environ 1 000 kg de semences. Dix-huit mille kilos de graines supplémentaires ont été achetées à des sociétés américaines et semées en 1943 par des agriculteurs canadiens, la plupart sous contrat. Les 1 200 ha ainsi ensemencés ont donné 900 000 kg de semences et généré des recettes plus élevées que les céréales. Le Canada venait d'entrer sur le marché du colza.

La récolte de 1943 a été transformée pour donner une huile marine à Hamilton, en Ontario. J. Gordon Ross a créé la *Prairie Vegetable Oils Ltd.* à Moose Jaw, construit une usine de trituration et absorbé la totalité de la récolte de 1944. Par la suite, il devait prendre des dispositions pour que les semences soient transformées par l'établissement du pool du blé de la Saskatchewan, à Saskatoon. Wilson (85) se rappelle l'essor rapide de cette culture dont la production est passée de 0,5 million de kilos en 1943-1944 à 28 millions en 1948-1949, 50 fois plus en l'espace de 5 ans! Après la guerre toutefois, la culture du colza devait péricliter jusqu'à atteindre le minimum de 160 ha en 1950.

Parallèlement, W.J. White a amorcé un programme d'amélioration variétale au laboratoire fédéral sur les cultures fourragères de Saskatchewan. Pour les analyses chimiques nécessaires, il a obtenu l'aide de H.R. Sallans et de B.M. Craig du laboratoire régional des Prairies du Conseil national de recherches situé dans la même ville. Depuis cette époque, ces deux organismes fédéraux et l'Université du Manitoba, où B.R. Stefansson devait lancer un programme d'amélioration génétique au début des années 1950, entretiennent une étroite collaboration en matière de recherche sur le colza.

Les améliorateurs canadiens savaient pertinemment que le colza servait à fabriquer une huile comestible dans d'autres parties du monde. Le Canada pourrait-il utiliser le colza pour l'alimentation et réduire ses importations d'huiles végétales comme l'huile de soja et l'huile de palme? Le tout était de savoir si l'huile de colza pouvait servir à la fabrication de la margarine. Entre temps, Ross a découvert un nouveau débouché pour l'huile dans l'industrie des peintures et du plastique. En effet, l'huile de colza accélère le durcissement de ces produits en raison de sa teneur en acide érucique. Les producteurs ont ainsi réussi à écouler leur récolte, mais à un prix considérablement inférieur à celui obtenu en 1944 et en 1945 quand la guerre avait artificiellement gonflé la demande. En 1948, Grace (22) et ses collègues du Conseil national de recherches à Ottawa ont réussi à homogénéiser l'huile après raffinage, blanchiment, hydrogénation et désodorisation, et conclu qu'elle pourrait remplacer celle de soja dans les produits comestibles. Cette révélation a débouché sur la construction d'autres usines d'extraction au Manitoba, en Alberta et en Saskatchewan. Des lots

expérimentaux de margarine et d'huile à salade ont été préparés en 1950 et la production commerciale a débuté en 1955.

En 1954, White a présenté Golden, le premier cultivar à être homologué au Canada. Golden se caractérisait par une maturation uniforme et une plus grande précocité, en plus d'avoir un rendement grainier supérieur et une plus grande teneur en huile que les autres cultivars utilisés jusqu'alors. En 1957, R.K. Downey, qui poursuivait des travaux d'amélioration sur la luzerne à la station de Lethbridge, a été muté à Saskatoon où il a pris en charge le programme d'amélioration amorcé par White en 1943, en raison de l'expérience sur le colza qu'il avait acquise alors qu'il était étudiant.

À cette époque, la valeur nutritive d'une des principales composantes de l'huile de colza, l'acide érucique, soulevait certains doutes. En collaboration avec Craig du laboratoire régional des Prairies, Downey a analysé le matériel génétique de colza disponible dans le monde et a découvert que la variété fourragère Liho utilisée en Europe n'avait environ que la moitié de la teneur normale en acide érucique. Une sélection intraspécifique a débouché sur l'isolement des premiers plants de colza à faible teneur en acide érucique (CFTA). La sélection des cultivars de CFTA au sein de l'espèce *Brassica campestris* demeurait néanmoins un processus très lent nécessitant une importante quantité de semences. On est parvenu à surmonter ce problème en séparant les graines en deux, une partie gardant un cotylédon et le radicule et l'autre le second cotylédon. L'huile contenue dans la seconde partie de la graine était dosée et lorsqu'elle révélait une faible teneur en acide érucique, on procédait soigneusement à la germination et à la culture de la seconde moitié. Cette technique a rapidement permis la création de cultivars de CFTA acclimatés au Canada pour les deux espèces de colza, *B. campestris* et *B. napus*.

La production commerciale d'un cultivar de CFTA est survenu pour la première fois en 1964 et l'on a créé un débouché pour cette nouvelle huile naturelle. En septembre 1970, des scientifiques des Pays-Bas, de France et du Canada qui assistaient à une conférence internationale sur la science, la technologie et la mise en marché du colza et de ses dérivés à Sainte-Adèle, au Québec, ont indiqué qu'il existait peut-être un lien entre la consommation d'huile de colza à haute teneur en acide érucique et l'accumulation de graisse autour du coeur chez les jeunes animaux de laboratoire. Le ministre de la Santé nationale et du Bien-être social a interprété cette possibilité comme une menace pour la vie humaine et a demandé qu'on adopte la culture des cultivars de CFTA dans les plus brefs délais au Canada.

La Direction générale de la recherche était fin prête. Les travaux d'amélioration poursuivis par Downey, à Saskatoon, avaient permis l'obtention d'environ 2 300 kg de semences de Span, un nouveau cultivar de CFTA dont la teneur en acide érucique était inférieure à 1 p. 100. La meilleure façon de passer rapidement à la culture des cultivars à faible teneur en acide érucique consistait à effectuer une récolte en hiver. E.D. Mallough, alors agronome à la Station de recherches de Regina, avait accumulé une expérience considérable sur la culture dans le sud de la Californie comme moyen d'accélérer les programmes d'amélioration végétale canadiens grâce à l'obtention de deux générations par année.

Toutefois, il n'avait jamais été question jusqu'à présent de multiplier 1 100 kg de graines pour en obtenir un million de kilos. (Compte tenu du risque très mince d'un échec complet de la récolte en Californie, on avait décidé de n'utiliser que la moitié des semences dont on disposait à Saskatoon.) Cette expérience devait mettre l'ingéniosité des chercheurs des Prairies à rude épreuve; il s'agissait là d'une entreprise audacieuse. En septembre 1970, Mallough et A.B. Masson à la Direction générale de la production et de la commercialisation ont signé un contrat avec les agriculteurs de la luxuriante vallée Imperial en Californie pour la culture de 770 ha de Span. Aucun de ces producteurs n'avait cultivé du colza auparavant. D.A. Cooke, qui poursuivait des recherches sur les végétaux à la station de Melfort, en Saskatchewan, a déménagé en Californie pour l'hiver afin de surveiller les opérations. Avec l'aide de Mallough et de J. Capcara, le principal assistant de Downey, Cooke a supervisé le taux d'ensemencement de 1 400 g/ha. À Noël, le peuplement était vigoureusement établi. On a d'abord cru que l'objectif initial de rendement pourrait être doublé, mais une gelée grave au cours de la dernière semaine de janvier avait réduit tout espoir de récolter deux millions de kilos de semences. En mars, une autre gelée a posé des difficultés supplémentaires, juste après la floraison. Toutefois, seuls les champs les plus précoces ont été endommagés et on est parvenu à atteindre le premier objectif d'un million de kilos. On a gagné cette véritable course contre la montre quand une flotte entière de camions a filé à toute allure vers le nord pour remettre les semences aux agriculteurs canadiens assez tôt pour que les champs puissent être ensemencés en juin 1971. En 1972, tout le colza produit sur les 2 millions d'hectares réservés à cette culture au Canada pour la trituration avait une faible teneur en acide érucique et répondait à la norme du ministère de la Santé nationale et du Bien-être social. Le changement s'était accompli en l'espace de deux ans, sans recours à la législation ou à un règlement.

Les premier cultivars à faible teneur en acide érucique Span et Oro n'avaient pas un rendement aussi élevé que les cultivars ordinaires. Par conséquent, Midas et Torch, dont le rendement en graines et en huile était supérieur à celui de tous les cultivars antérieurs, ont été homologués en 1973.

Downey poursuivait intensivement ses travaux d'amélioration. Cultiver et broyer le colza pour n'en utiliser que l'huile n'est guère profitable — le tourteau qui en résulte est un important sous-produit. Malheureusement, le tourteau renfermait une petite quantité de glucosinolates, composés à base de soufre qui inhibent la croissance chez certains animaux domestiques. Serait-il possible d'éliminer ces composés d'une façon similaire à celle employée pour réduire la teneur en acide érucique? Downey le pensait et avec l'aide de Youngs et Wetter du laboratoire régional des Prairies il a réussi à mettre au point des techniques permettant de doser rapidement la teneur en glucosinolates de petits échantillons. En 1968, Jan Krzymanski, un Polonais, boursier de recherches scientifiques et poursuivant des études post-doctorales au Canada, a découvert que le cultivar Bronowski de *B. napus* qu'il avait amené avec lui de son pays natal donnait un tourteau à faible teneur en glucosinolates. La station de recherches a immédiatement fait venir par avion 80 kg de semences de Pologne et les a

multipliées pour ses travaux sur l'amélioration et l'alimentation animale. Downey a remis des semences renfermant le nouveau matériel génétique à Stefansson à l'Université du Manitoba et, en 1973, les deux chercheurs avaient créé des cultivars à faible teneur en acide érucique et en glucosinolates. Le cultivar Tower du Manitoba, qui avait les meilleures propriétés agronomiques, a été homologué. Toutefois, le travail n'était fait qu'à moitié. En effet, on n'avait aucun cultivar similaire de la deuxième espèce, *B. campestris*, l'espèce prédominante en Alberta et dans certaines régions de la Saskatchewan. Une fois encore, les chercheurs de Saskatoon ont relevé le défi. Downey et S.H. Pawlowski ont croisé les deux espèces pour obtenir Candle en 1977. Aujourd'hui, tous les transformateurs canadiens peuvent obtenir du colza dont les graines ont une faible teneur en acide érucique et en glucosinolates. Grâce à cette réussite, on a assisté à l'expansion du marché du tourteau comme aliment de la volaille et du bétail. Le terme «canola» a été adopté par l'industrie pour désigner les cultivars à faible teneur en acide érucique et en glucosinolates et identifier l'huile et le tourteau qui en dérivent.

La teneur en cellulose relativement élevée du tourteau de colza par rapport au tourteau de soja pose un autre problème. Bien que la majeure partie des animaux domestiques aient besoin de cellulose, la source la plus économique de cet élément est le foin, pas les concentrés. Travaillant de nouveau étroitement avec d'autres améliorateurs, Downey est parvenu à créer des variétés à tourteau pauvre en cellulose. On a découvert ainsi que les semences jaunes de Golden donnaient proportionnellement plus d'huile et moins de cellulose que les semences brunes ou noires habituelles. Comme c'était le cas pour la teneur en acide érucique et en glucosinolates, la couleur jaune des téguments de la semence et la faible teneur en cellulose étaient génétiquement codées et transmises d'une génération à l'autre. Les téguments des derniers cultivars de *B. campestris* homologués par Saskatoon, Candle et Tobin, sont partiellement jaunes.

Pendant que se poursuivaient ces recherches, le Canada s'est mis à exporter une grande quantité de semences et d'huile vers de nombreux pays, hormis les États-Unis où l'huile de canola n'était pas «généralement admise comme inoffensive» (GRAS – *generally recognized as safe*). En 1971, des chercheurs français soupçonnaient l'existence d'une relation entre la consommation d'huile de colza et des lésions cardiaques chez le rat. Pour déterminer la véracité d'une telle corrélation, B.B. Migicovsky, alors directeur général de la Direction de la recherche, a mis sur pied une équipe de biochimistes, de nutritionnistes, de pathologistes et de toxicologistes.

Kramer, Mahadevan, Hunt, Sauer, Corner et Charlton (49) ont découvert que les lésions microscopiques observées dans le muscle cardiaque survenaient chez le rat mâle que celui-ci consomme de l'huile de colza ou non, mais aussi que l'ingestion d'huile de colza à faible teneur en acide érucique avait tendance à accroître l'incidence des lésions. Les chercheurs ont également noté qu'aucune lésion similaire ne survient chez le porc et les primates consommant la même huile. D'autres travaux effectués par Kramer, Hulan, Mahadevan, Sauer et

Corner (48) ont révélé que certaines souches de rats étaient particulièrement sensibles à ce problème quand la teneur en matière grasse de leur régime dépassait 5 p. 100. L'agent causal de ces lésions fut identifié comme étant les triglycérides et leurs acides gras.

En 1977, ces données avaient convaincu le ministère de la Santé et du Bien-être social du Canada que l'huile de canola ne présentait aucun danger pour l'homme. Les pays d'Europe se sont ralliés à cette opinion en 1979. Toutefois, aux États-Unis, les doutes ont subsisté jusqu'à ce que Kramer, Farnworth, Thompson, Corner et Trenholm (47) démontrent hors de tout doute que l'huile de canola était à la fois inoffensive et nutritive et que le problème des lésions cardiaques chez le rat n'avait absolument aucun rapport avec l'homme. La soumission en vue de l'obtention du statut GRAS, ouvrage publié par Kramer, Sauer et Pigden (50), a amené les autorités américaines responsables de la santé publique à approuver l'emploi de l'huile de canola en janvier 1985. Quinze années de collaboration entre scientifiques de nombreuses disciplines avaient été nécessaires pour y parvenir. Kramer et Sauer ont reçu une prime au mérite de la fonction publique en 1983 pour avoir dirigé et poursuivi les recherches qui ont abouti à la résolution du mystère qui entourait l'huile de canola.

L'histoire du canola est beaucoup plus longue que le peu qui en a été dévoilé ici. Les triturateurs commerciaux, les pools du blé, les agriculteurs et plusieurs universités ont contribué à cette grande réussite. Une équipe de chercheurs réunis par Downey tente maintenant de créer des cultivars de colza riches en acide érucique (50 p. 100) pour usage industriel. Il existe des cultivars résistants aux maladies. On a mis au point des méthodes de lutte contre l'altise et la légionnaire Bertha. Il ne faudrait pas non plus passer sous silence la couleur jaune éclatante des prairies canadiennes qui émerveille les passagers des vols transcontinentaux en juin, pendant la floraison du canola. En 1981, moins de 40 ans après son introduction, le colza canola représentait une industrie de plus d'un milliard de dollars qui n'est surpassée au Canada que par le blé.

Charles Saunders a développé et produit la variété de blé Marquis en 1905, et a été anobli en 1934 pour sa réussite exceptionnelle. Keith Downey a développé et obtenu l'homologation du colza à faible teneur en acide érucique (CFTA) en 1964 et, parmi beaucoup d'autres honneurs, a été nommé officier de l'Ordre du Canada en 1976 par le gouverneur général — juste récompense pour avoir contribué à écrire un chapitre si remarquable de notre histoire.

SOJA

La première fève de soja canadienne a été semée à la Ferme expérimentale centrale en 1897 par William Saunders. À cette époque, toutes les variétés étaient tardives et n'atteignaient pas une maturité suffisante pour donner des graines mûres, aussi les récoltait-on comme fourrage quand les gousses étaient à moitié pleines. Vers la fin des années 1930, il n'existait encore aucune variété susceptible de donner des graines mûres au Canada. Le soja constituait néanmoins un important supplément pour le bétail en raison de sa teneur élevée en

protéines et en lipides. La protéine du soja, contrairement à de nombreuses autres protéines végétales, a une qualité comparable au lait, à la viande et aux œufs.

Les premiers efforts déployés en vue d'acclimater le soja aux conditions canadiennes remontent à 1923 lorsque F. Dimmock a organisé d'importants essais variétaux à Harrow. Après son départ pour la Division des cultures fourragères à Ottawa, en 1927, ce dernier a continué de superviser les essais de Harrow jusqu'à ce que C.W. Owen prenne sa relève en 1929. Dimmock a lancé un programme de sélection à partir du cultivar Manchu dans l'espoir de découvrir des cultivars susceptibles de mûrir plus vite dans le sud-ouest de l'Ontario. Sa première sélection, A.K. (Harrow), a été homologuée en 1931, mais il a fallu attendre 1943 pour que le programme d'hybridation amorcé en 1936 donne Harosoy. L'introduction de Harosoy par la station de Harrow devait marquer le début de la culture commerciale du soja au Canada. En 1959, Harosoy était le cultivar le plus important du Canada et représentait une culture
262 d'environ 70 800 ha (75 p. 100 des champs de soja) en Ontario et d'approximativement 1 620 000 ha (15 p. 100) aux États-Unis.

Dimmock, à Ottawa, et Owen, à Harrow, se sont servis du matériel génétique recueilli à Harbin (Chine) pour développer des variétés hâtives. Ils ont également échangé du matériel avec l'Université du Minnesota, ce qui explique pourquoi les trois programmes ont donné des cultivars similaires.

Les programmes de Harrow et d'Ottawa visaient à produire des variétés susceptibles de parvenir à maturité assez tôt pour que toutes les graines soient mûres avant la récolte (125-130 jours) et d'avoir un port dressé afin que les gousses restent bien au-dessus du sol. L'amélioration pour la résistance à *Phytophthora*, une grave maladie cryptogamique des racines et de la tige, a débuté vers 1955 à Harrow lorsque cette maladie s'est mise à faire des ravages dans le sud-ouest de l'Ontario, en particulier sur les sols mal drainés. Les améliorateurs d'Urbana (Illinois), qui poursuivaient des objectifs identiques, ont proposé leur collaboration à leurs collègues canadiens. En 1963, un nouveau cultivar identique à Harosoy, mais résistant au piétin a été introduit sous le nom de Harosoy 63. Ce cultivar a prouvé son utilité pendant près de 10 ans, après quoi des races de *Phytophthora* capables de passer outre le mécanisme de défense de Harosoy ont vu le jour. Pour surmonter ce problème, Haas et Buzzell (25) ont mis au point une technique permettant d'identifier les variétés tolérantes plutôt que résistantes à *Phytophthora*. C'est ainsi qu'on a homologué le cultivar Harcor en 1975. Ce dernier présente une bonne tolérance au champ et d'excellentes possibilités de rendement. Toutefois, même si l'on est parvenu à prévenir de fortes baisses du rendement, il a été jusqu'à présent impossible de parvenir à une protection complète contre la maladie. Les améliorateurs, les généticiens et les pathologistes comme Buzzell et Anderson (10) tentent toujours d'obtenir une résistance spécifique aux différentes races du pathogène.

En 1965, B.R. Buttery s'est lancé dans une étude encore plus poussée des plants de soja à Harrow pour découvrir que cette plante ne consommait qu'environ 55 p. 100 de la quantité de bioxyde de carbone absorbée par le maïs.

Selon Buttery (9), il fallait voir là l'explication de la croissance plus rapide et du rendement plus élevé du maïs. Les travaux subséquents ont donc porté sur les différences variétales du soja au niveau de la photosynthèse.

Le programme d'amélioration d'Ottawa était axé sur la production de variétés hâtives, la période de croissance dans le nord de l'Ontario, au Québec et au Manitoba étant plus courte d'environ 10 jours qu'à Harrow. En 1961, L.S. Donovan a pris en charge le programme d'amélioration du soja (et du maïs) à Ottawa. Son but était de mettre au point des cultivars capables de parvenir à maturité dans la vallée de la rivière Ottawa, au Québec et en Ontario, ainsi que dans le sud du Manitoba. Pour cela, il s'est tourné vers la Suède où des chercheurs avaient réussi à obtenir des variétés précoces insensibles à la photopériode des îles Sakalines, au nord du Japon. Grâce à ce nouveau matériel génétique et à du matériel en provenance d'Allemagne, Donovan a élargi la base génétique du programme d'amélioration et a accompli des progrès étonnants. Ainsi, les anciennes variétés germaient difficilement dans le sol froid et produisaient peu de graines quand la température était trop basse au début de la floraison. Les variétés suédoises en particulier toléraient une faible température ambiante. Donovan est donc parvenu à améliorer le taux de formation des grains. De ses efforts sont dérivés Maple Arrow (1976), Maple Amber (1981) et Maple Presto (1982) (82). Au moment de sa mise en marché, Maple Presto était le cultivar de soja le plus précoce homologué au Canada. Malheureusement, son rendement était relativement faible. En réalité, les phytogénéticiens avaient été trop loin! Maple Arrow représente maintenant le cultivar à courte période de croissance (120-123 jours) normale pour l'est de l'Ontario. Maple Amber, qui germe bien par temps froid et a une teneur élevée en huile (plus de 20 p. 100) et en protéine, est devenue la norme dans les grandes plaines de l'Ouest.

Plus récemment, H.D. Voldeng à la Station de recherches d'Ottawa a mis au point deux cultivars comestibles exclusivement cultivés pour le marché japonais. Pour obtenir les petites semences dont il avait besoin, Voldeng s'est tourné vers le soja sauvage de Chine qui produit de petites gousses remplies de graines noires. Les souches parentales qu'il a utilisées renfermaient des graines à haute teneur protéique qui se sont également avérées d'une certaine utilité dans d'autres programmes d'amélioration. Voldeng a remplacé la graine noire par une graine légèrement dorée et, après incorporation de caractères permettant la germination et la montée en graines à basse température, a introduit les cultivars Canatto et Nattawa. Toutefois, comme leur rendement ne dépasse pas 65 p. 100 de celui des cultivars qui constituent la norme, Canatto et Nattawa ne sont cultivés que sous contrat pour vente directe au Japon.

Deux autres cultivars ont récemment été introduits d'Ottawa pour des raisons bien précises. Maple Ridge (83) a reçu son nom pour la présence d'une crête sur la semence. Son rendement est plus élevé que Maple Presto et il est bien acclimaté au Manitoba. Enfin, Maple Isle (84) a remplacé Maple Amber en Ontario et dans les Maritimes car il est tolérant à des désherbants d'usage très courant.

En 1978, voyait le jour à Lethbridge un programme d'amélioration du soja auquel a collaboré le ministère de l'Agriculture de l'Alberta. H.-H. Mundel a été chargé de produire des variétés susceptibles de convenir aux terres irriguées. L'un de ses premiers buts a été de déterminer les besoins en eau du soja dans les conditions de culture courantes à Lethbridge. Avec l'aide de E.H. Hobbs, un spécialiste de l'irrigation, Mundel a découvert (35) que l'absorption d'eau par le plant de soja culminait à la fin de juillet et au début d'août. L'avenir semble prometteur car le soja n'absorbe beaucoup d'eau qu'au moment où les céréales commencent à en avoir besoin. À l'instar d'autres légumineuses, le soja forme une symbiose avec un groupe de bactéries fixatrices d'azote du genre *Rhizobium*, soit dans ce cas particulier *Rhizobium japonicum*, un microorganisme qui n'existe pas naturellement dans le sol de l'ouest canadien et qui doit être ajouté au moment des semis. Rennie et Dubetz (66), à Lethbridge, ont compris que là se trouvait l'occasion unique de sélectionner la meilleure souche possible de *R. japonicum* afin de permettre à chaque nouvelle variété de soja de maximiser la fixation de l'azote quand elle est cultivée sur des terres irriguées. On essaiera donc d'identifier les souches précises de *Rhizobium* qu'il faudrait inoculer aux nouvelles variétés de Mundel.

MAÏS

Le maïs que Saunders et Robertson cultivaient était utilisé comme ensilage sauf dans la partie la plus au sud de l'Ontario où on en recueillait le grain. Pour l'alimentation animale, on récolte le plant complet quand il est encore vert puis on le hache et occasionnellement, on le mélange à de la luzerne ou à du trèfle. On lui ajoute souvent un supplément de mélasse puis on l'emmagasine dans un silo-tour ou dans un silo-fosse. Compacté puis recouvert, le maïs fermente en milieu anaérobie pour donner un aliment nutritif similaire à la choucroute que l'on sert aux bovins en hiver. Les grains de maïs mûrs sont détachés de la rafle puis moulus pour engraisser les bovins ou les porcs, ou donner de la farine. On broie également le grain pour en extraire l'huile et le tourteau ou on le fermente pour en obtenir de l'alcool. Les Amérindiens se servaient du maïs pour faire du gruau, de la soupe, du pain et de l'alcool comme le font encore aujourd'hui d'autres peuples dans le monde.

Le maïs est une graminée qui porte le nom botanique de *Zea mays*. Il s'agit d'une espèce tropicale indigène à l'Amérique centrale que les autochtones cultivaient jusqu'à la hauteur des Grands Lacs, dans le nord, et jusqu'à Mandan, dans le Dakota nord, à l'ouest. Dans les conditions naturelles, le maïs est allogame. La fleur mâle, qui produit le pollen, se trouve sur la panicule à l'extrémité de la plante alors que la fleur femelle dont le stigmate (les soies) reçoit le pollen se trouve à mi-chemin sur une tige centrale robuste où se développera l'épi porteur de graines. Pendant des siècles, le maïs américain est demeuré une culture à pollinisation libre, les cultivars étant obtenus par isolement de manière à empêcher le mélange du matériel génétique contenu dans le pollen transporté par le vent. Vers les années 1880, on a mis au point de

nouveaux cultivars en saupoudrant le pollen d'une variété sur les soies d'un autre cultivar. Après plusieurs générations de sélections méticuleuses, on est parvenu à obtenir un nouveau cultivar aux caractères raisonnablement stables. Cette méthode a été reprise à Harrow et à Ottawa par A.E. Mathews et F. Dimmock au moment d'amorcer le programme d'amélioration du maïs aux fermes expérimentales.

Contrairement à d'autres céréales comme le blé, l'avoine et l'orge qui fleurissent quand les jours rallongent, le maïs porte des fleurs quand les jours commencent à raccourcir. Il parvient à maturité tardivement et est donc sujet aux dommages causés par le gel quand on le cultive au-delà des tropiques. Le maïs a un système respiratoire beaucoup plus efficace que la majorité des céréales et ses possibilités de rendement sont plus élevées, c'est pourquoi on jugeait intéressant de l'adapter à une période végétative plus courte. Les cinq fermes expérimentales originales ont donc entrepris des essais sur le maïs pendant que celles d'Agassiz et d'Ottawa mettaient au point les pratiques culturales du maïs d'ensilage. Avec la venue de machines permettant de récolter, de hacher et d'ensiler diverses cultures dont le maïs, les agriculteurs ont commencé à s'intéresser davantage à celui-ci. Selon R.I. Hamilton (29), la majeure partie des terres canadiennes utilisées pour la culture du maïs ont pu être exploitées autant grâce à la mise au point d'une fumure appropriée, méthodes de culture, moyens de lutte contre les maladies, les insectes et les mauvaises herbes et techniques de récolte que grâce à la création d'hybrides acclimatés au Canada.

L'idée d'un maïs autogame qui permettrait la sélection de lignées homozygotes (génétiquement stables) présentant des propriétés désirables puis le croisement de deux lignées autofécondées pour obtenir des plants de F_1 a été simultanément émise par G.H. Shull et E.M. East, aux États-Unis, en 1906 après la redécouverte des lois que Mendel avait formulées sur l'héridité en 1900 (34). Chaque chercheur a proposé un croisement simple entre deux lignées autogames non apparentées. Quand D.F. Jones à la station expérimentale du Connecticut a découvert en 1918 que deux hybrides de la F_1 non apparentés pouvaient donner un hybride double de valeur approximativement équivalente à celle d'un hybride simple, une baisse draconienne des coûts de production des semences a fait du maïs hybride une réalité commerciale. À Harrow et à Ottawa, Mathews et Dimmock ont testé chacun un des hybrides de Jones dès 1923 pour constater que celui-ci avait un rendement supérieur à chacune des 17 variétés alors cultivées. Ainsi encouragés, Mathews et Dimmock ont amorcé un programme d'autofécondation en utilisant les meilleures variétés du Canada et des États-Unis comme matériel de base. Chaque année, ils ont effectué entre 12 000 et 15 000 pollinisations. La course à la création d'hybrides commerciaux acclimatés au Canada était lancée. En effet, une bonne partie du matériel importé des États-Unis était trop tardif. En 1937, le premier comité provincial du maïs, composé de chercheurs de l'Ontario et du gouvernement fédéral ainsi que de représentants de l'industrie grainière, se réunit pour déterminer quels hybrides homologuer. L'industrie canadienne du maïs-grain est née en 1940. La Station expérimentale de Ridgetown du ministère de l'Agriculture ontarien a produit les

hybrides par autofécondation de lignées hâtives du Wisconsin. Les cultivateurs ont tôt fait d'accepter les semences hybrides et en 1939, environ 10 p. 100 des terres emblavées de maïs au Canada étaient ensemencées avec des hybrides. Un an plus tard, la moitié du maïs cultivé dans le sud-ouest de l'Ontario était hybride et en 1944, le passage aux variétés à rendement supérieur était pratiquement terminé.

Le premier cultivar hybride issu du programme d'amélioration canadien fut introduit par G.F.H. Buckley à Harrow en 1946 sous le nom de Harvic 300. Cette variété devait être cultivée commercialement pendant 17 ans, bien que son homologation ait été suivie peu après par celle de cinq autres variétés. Buckley a continué de développer des hybrides jusqu'en 1953, année où C.G. Mortimore a réorienté le programme en vue de créer des lignées allogames susceptibles de résister à diverses maladies comme le piétin et la fusariose ou à des insectes comme la pyrale. Les travaux de recherche coopératifs avec les phytopathologistes ont révélé que le piétin et la fusariose provenaient de champignons présents dans le sol qui s'attaquaient au plant pendant sa maturation, que les plants dont les noeuds inférieurs avaient une haute teneur en sucre résistaient aux pathogènes alors que ceux à teneur plus faible y étaient sensibles et enfin que les plants résistants avaient une plus grande surface foliaire et plus de talles (bourgeons). En 1959, les chercheurs à Harrow ont utilisé deux hybrides simples pour créer un hybride commercial résistant au piétin et à la fusariose. Pendant ce temps, Mortimore poursuivait la sélection de lignées autofécondées pour la résistance à la pyrale du maïs, au piétin et à la fusariose. La première lignée à combiner cette triple résistance a été homologuée en 1961 et devait être suivie par 17 autres.

Les premières pyrales du maïs (*Ostrinia nubilalis*) ont été découvertes dans le sud-ouest de l'Ontario en 1920 (14), bien que les États-Unis aient placé un embargo sur le maïs européen depuis un an. Le parasite a été signalé au Québec en 1926, s'était répandu dans toute la province dès 1935 et se retrouve maintenant dans toutes les régions du Canada où l'on cultive le maïs. Les larves de la pyrale pénètrent dans la tige du maïs de la fin de juin à la récolte et provoquent le bris avec les pertes subséquentes que cela entraîne. Les pratiques culturales appliquées dans le but de détruire les larves comme l'enfouissement ou l'incinération des déchets, les pulvérisations d'insecticides et la libération de prédateurs naturels du parasite se sont révélées inefficaces. La meilleure solution consistait donc à incorporer des gènes de résistance ou de tolérance au maïs, ce qui demandait du temps. Heureusement, certaines familles de maïs de l'Iowa n'ont subi que des dommages bénins mais d'une façon consistante et ont pu ainsi servir de source de résistance.

Il est rare que la population naturelle de pyrale suffise pour infester un champ de façon uniforme. Par conséquent, en 1969, lorsque la Station de recherches de Saint-Jean (Québec) a lancé un programme destiné à produire des lignées consanguines hâtives et des cultivars synthétiques résistant au ravageur, M. Hudon, un entomologiste, a recouru à une méthode en usage en Iowa pour produire des amas d'œufs de pyrales en grosse quantité et permettre aux améliorateurs d'infester leurs plants au moyen d'insectes élevés de façon

artificielle. Il produit maintenant plus de 250 000 amas d'œufs chaque année pour les phytogénéticiens canadiens. Pour ses efforts, Hudon a reçu la prime au mérite de la Commission de la Fonction publique en 1980.

À Ottawa, Dimmock avait d'autres chats à fouetter. Le Québec, la vallée de l'Outaouais et le Manitoba sont trop au nord pour que les variétés cultivées plus au sud à Arrow parviennent à maturité. Lorsqu'il a déménagé à Ottawa en 1929 pour prendre en charge les recherches sur le maïs, le soja et la betterave sucrière, Dimmock a donc commencé un programme intensif destiné à créer des hybrides susceptibles de parvenir à maturité en moins de 110 jours et, surtout avec 2 700 degrés-jours plutôt qu'avec les 3 400 disponibles à Arrow. Au cours des 32 années qu'il a passé à Ottawa, il est parvenu à obtenir des cultivars hâtifs de source nord-américaine, a fait homologuer deux lignées autofécondées exceptionnelles, C0109 et C0106, ainsi que 11 hybrides qui ont donné de bons résultats à l'échelon commercial. En 1961, Dimmock a pris sa retraite et L.S. Donovan, son adjoint depuis 1958, a pris sa relève pour le maïs et le soja. Il a intensifié la coopération avec ses collègues des régions à courte période végétative et a testé de façon intensive leur matériel afin d'étendre la ceinture de culture du maïs canadienne à l'ensemble des provinces. Il a trouvé d'excellents collègues en la personne de C.G. Mortimore qui a pris la direction du programme d'amélioration du maïs d'Owen à Harrow en 1943, de J. Giesbrecht qui est venu à Morden en 1957, de M. Hudon et M.S. Chiang dont les travaux sur l'amélioration du maïs ont démarré en 1969 à Saint-Jean, de R.I. Hamilton qui a fait son entrée à Brandon en 1969, de M.D. MacDonald, à Lethbridge, qui a abandonné la génétique du blé pour celle du maïs en 1971 et de I.S. Ogylvie qui a lancé le programme d'amélioration du maïs à L'Assomption en 1982. Ces différents programmes ont débouché sur la création d'un grand nombre de lignées autofécondées exceptionnelles, en particulier ceux de Morden et d'Ottawa. De fait, Morden CM105 a servi de souche parentale à l'un des sept hybrides les plus vendus aux États-Unis en 1982 et la lignée allogame d'Ottawa CO255 devrait se classer parmi les meilleures au monde, comme CO109 et d'autres variétés. En 1972, Donovan a reçu une prime au mérite de la Commission de la Fonction publique pour ses travaux sur le maïs.

Dans les Prairies, le premier programme d'amélioration du maïs a débuté à la station de Morden en 1939 sous la direction de S.B. Helgason qui devait y travailler jusqu'en 1947. Sa principale contribution a consisté à créer des lignées autofécondées devant servir de lignées parentales aux hybrides commerciaux. L'une de ces lignées a été assez hâtive pour étendre la culture du maïs du sud de l'Ontario à la région qui entoure Guelph et à de nombreuses régions du Québec. En 1947, W.A. Russell a pris la place de Helgason pendant cinq ans après quoi il a été lui-même remplacé par J. Giesbrecht. La première lignée allogame à être homologuée par Giesbrecht a été CM7. Les travaux d'amélioration avaient débuté sous Helgason et été repris par Russell, mais l'évaluation finale, la sélection et l'homologation avaient été laissées à Giesbrecht. Ce cultivar a servi de parents à un grand nombre des hybrides hâtifs. A séchage rapide, cultivé à la bordure nord de la ceinture du maïs, il a été largement utilisé en Europe.

D'autres cultivars autofécondés issus du programme de Morden ont été exploités de façon extensive en raison de leur acclimatation aux conditions qui prévalent à la bordure est de la ceinture de culture du maïs.

Les améliorateurs et les sociétés grainières canadiens ont travaillé en étroite collaboration grâce à plusieurs organisations extraordinaires. Il faut habituellement compter de 8 à 10 ans d'essais intensifs entre la sélection initiale de la première génération ségrégante et l'homologation d'un nouvel hybride. En 1937, on a institué le Comité du maïs de l'Ontario pour protéger les agriculteurs de cette province de la mise en marché d'hybrides non acclimatés à cette région. Ce comité, le Comité du maïs du Manitoba (depuis 1957) et, plus récemment, des comités similaires dans pratiquement toutes les provinces surveillent les essais de cultivars et en recommandent l'homologation. Ces comités sont autonomes sur le plan financier.

L'essor phénoménal qui a caractérisé la culture du maïs depuis 1940 résulte largement des efforts déployés par les phytogénéticiens, mais aussi du travail des chimistes du sol, des phytopathologistes, des entomologistes, des agronomes, des malherbologistes et des économistes qui ont mis sur pied d'importants systèmes de production dans chacune des principales régions canadiennes où on cultive le maïs. Les équipes de chercheurs ont réinjecté des millions de dollars dans l'économie en créant des hybrides à haut rendement, à courte saison de croissance et à grande tolérance au froid ainsi qu'en indiquant avec précision la meilleure façon de les cultiver. On produit maintenant du maïs-grain pour la consommation humaine et animale ainsi que pour usage industriel dans toutes les provinces canadiennes sauf Terre-Neuve.

CULTURES FOURRAGÈRES

Le Canada consacre 9 millions d'hectares à la culture des espèces fourragères vivaces. Environ la moitié de cette superficie est récoltée et les fourrages sont conservés sous forme de foin, d'ensilage ou d'agglomérés, le reste servant à la paissance des ruminants. La culture des espèces fourragères se pratique de façon assez uniforme au Canada, la moitié de la superficie se trouvant dans les provinces des Prairies et l'autre moitié dans l'est du Canada et en Colombie-Britannique. En plus des cultures fourragères, les provinces des Prairies exploitent 17 millions d'hectares de pâturages naturels.

En 1886, les agriculteurs de l'est du Canada cultivaient quelques espèces de graminées et de légumineuses pour améliorer le sol et nourrir les bovins et les ovins. W. Saunders a vite compris que les cultivateurs de cette partie du pays avaient besoin de variétés acclimatées et d'une gamme plus étendue de graminées et de légumineuses pour que l'industrie de l'élevage poursuive son essor. Les grands élevages étaient déjà bien établis dans les Prairies, mais Saunders estimait que pour soutenir le développement rapide de cette industrie, les céréales et les pâturages naturels ne suffiraient pas à stabiliser l'agriculture dans l'ouest, il faudrait des espèces fourragères tolérantes au froid, résistantes à la sécheresse et présentant un haut rendement de manière à maintenir la fertilité du sol en plus de préserver et d'étendre la base fourragère.

Saunders a écrit à ses homologues de l'hémisphère nord et ceux-ci lui ont envoyé des centaines d'échantillons de semences qu'il pourrait tester dans les cinq fermes expérimentales. En 1900, il avait identifié les espèces qui pourraient s'avérer les plus utiles. Au cours des vingt années suivantes, avec l'aide de ses collègues des différentes régions du Canada, il a déterminé la meilleure façon de cultiver les espèces les plus prometteuses. En 1920, les chercheurs de la ferme expérimentale ont procédé à des sélections à partir de ces populations génétiquement variables dans l'espoir d'identifier de meilleures variétés. Le programme d'hybridation qui devait étendre le matériel génétique servant aux sélections a débuté dix ans plus tard. La recherche en agronomie a suivi la cadence car avec l'apparition des nouvelles variétés ont été introduites de nouvelles pratique culturales.

Légumineuses

La luzerne, la légumineuse la plus cultivée au Canada, trouve sans doute son origine en Iran et en Turquie. Introduite aux États-Unis en 1736 puis au Canada, de France, en 1871, l'espèce succombe à l'hiver dans de nombreuses parties du pays. En 1857, un immigrant allemand appelé Wendelin Grimm a importé au Minnesota un échantillon de *Medicago media* rustique et l'espèce a survécu à l'hiver. Les semences de la nouvelle espèce ont fait leur entrée au Canada sous le nom de Grimm et ont servi de base à la culture de la luzerne dans ce pays.

Les fermes expérimentales ont commencé à évaluer la luzerne avant le XX^{e} siècle. Vers 1904, F.S. Grisdale, alors directeur de la Division de l'agriculture, a rapporté que la luzerne survivait à l'hiver dans toutes les régions du Canada et que son rendement variait entre 1,75 et 3,50 tonnes l'acre (4-8 t/ha). F.T. Shutt, directeur de la Division de la chimie, notait pour sa part que le foin de luzerne a une teneur élevée en éléments nutritifs nécessaires à l'engraissement des animaux et comme engrais vert, augmentait la teneur en azote et en humus dans le sol.

Le directeur des services d'agronomie du Dominion (voir Annexe II) a personnellement poursuivi des recherches et des essais d'amélioration à la Division des plantes fourragères (par la suite appelée Division des cultures fourragères) de 1912 jusqu'à la moitié des années 1930 quand on a décidé de demander le concours d'autres spécialistes. Le premier d'entre eux, H.A. McLennan, a été chargé d'améliorer la luzerne et le trèfle. L'ont suivi J.M. Armstrong, W.R. Childers, H. Baenziger, L. Dessureaux et M.A. Faris. Childers et Baenziger ont introduit Algonquin et Angus en 1972 et 1973, deux variétés tolérantes au froid et résistantes à la flétrissure bactérienne.

En 1982, R. Michaud à la Station de recherches de Sainte-Foy (Québec) a sélectionné Apica dans un peuplement du cultivar Saranac établi de longue date. Apica convient particulièrement aux conditions de croissance dans cette province et les Maritimes.

Le Laboratoire sur les cultures fourragères de Saskatoon a été fondé en 1931 en tant que prolongement de la Division des cultures fourragères. L.E. Kirk,

professeur en grandes cultures à l'Université de la Saskatchewan, s'était alors acquis une renommée internationale pour ses travaux sur l'amélioration génétique des graminées et des légumineuses. E.S. Archibald l'a donc choisi pour remplacer G.P. McRostie qui venait de prendre sa retraite du poste d'agriculteur du Dominion. L'entente conclue entre l'honorable Robert Weir, ministre de l'Agriculture, et W.A. Murray, président de l'Université de Saskatchewan, prévoyait l'établissement d'un laboratoire sur les cultures fourragères à l'université où l'on pourrait entreprendre des recherches sur les espèces fourragères et enseigner des sujets connexes. T.M. Stevenson, l'un des adjoints de Kirk, a été nommé à la direction du laboratoire et chargé d'entamer un programme d'amélioration des légumineuses. Deux de ses objectifs les plus pressants étaient d'améliorer l'appétibilité du mélilot et la production grainière de la luzerne.

Le mélilot est une légumineuse bisannuelle indigène dans les régions tempérées d'Europe et d'Asie. Il en existe deux espèces, l'une à fleurs blanches (*Melilotus alba*) et l'autre à fleurs jaunes (*M. officinalis*). La croissance rapide du mélilot et sa capacité de fixer l'azote en font un excellent engrais vert. Sa teneur élevée en coumarine, un anticoagulant, constitue cependant un sérieux handicap à son emploi comme aliment du bétail. À Brandon (Manitoba), G.F.H. Buckley a sélectionné la variété à fleurs jaunes Erector d'un échantillon de semences mixtes. En 1937, ce cultivar est devenu la première variété fourragère à être homologuée au Canada. Deux ans plus tard, Buckley a introduit Brandon Dwarf, un mutant qu'il venait de découvrir dans un échantillon de mélilot blanc commun.

La coumarine apparaît dans le foin de mélilot quand il est mal conservé et entraîne des hémorragies chez les ruminants qui en absorbent une grosse quantité. Il était donc naturel que W.J. White, au service du ministère de l'Agriculture de la Saskatchewan jusqu'en 1934, teste les semences d'un grand nombre de plants afin d'en doser la teneur en coumarine. Grâce à ses essais, il en a découvert un dont il a fait, en 1938, une lignée homozygote qu'on estimait produire peu de coumarine. Malheureusement, en 1940, un nouveau test devait révéler que la sélection de White avait une teneur en coumarine passablement élevée et on a dû recourir à une approche radicalement différente.

Les phytogénéticiens savaient que *M. dentata* était exempt de coumarine. Avec d'énormes difficultés, W.K. Smith, un Canadien en poste à l'Université du Wisconsin a croisé *M. dentata* et *M. alba* et a obtenu quelques semences viables qu'il partage avec White, alors à Saskatoon. À partir de ces semences, White puis R.G. Savage et J.E.R. Greenshields ont développé un cultivar de mélilot à faible teneur en coumarine qu'ils ont appelé Cumino et qui a été homologué en 1957. Un à-côté intéressant est que le lièvre et le méloès du caraganier préfèrent se nourrir de mélilot à faible teneur en coumarine. Ainsi, on a dû protéger le site expérimental contre le premier en dressant une clôture à fins maillons et on s'est servi du second pour identifier les plants synthétisant peu de coumarine dans les populations ségrégantes.

Les agriculteurs marquent une préférence pour le mélilot à fleurs jaunes parce qu'il est plus feuillu, a des tiges plus fines et parvient à maturité 10 à 12 jours avant Cumino, l'espèce à fleurs blanches. Pour cette raison, en 1959, B.P. Goplen a amorcé un programme visant à développer un cultivar à fleurs jaunes exempte de coumarine. Comme il était impossible de croiser les deux espèces, Goplen a tenté de transférer le gène codant une faible teneur en coumarine du mélilot blanc au mélilot jaune par culture d'embryons. Les plantes ainsi obtenues ont ensuite été croisées avec Yukon, le cultivar à fleurs jaunes le plus cultivé dans l'Ouest et, au bout de 12 générations et de 22 ans de travail, Goplen a obtenu Norgold, le premier mélilot à fleurs jaunes et à faible teneur en coumarine du monde. Les semences du nouveau cultivar ont été offertes aux agriculteurs à l'automne de 1984.

Le programme d'amélioration de la luzerne à Swift Current a été lancé en 1935 par S.E. Clarke. Ce dernier a encouragé la culture de la luzerne en association avec l'agropyre à crête sur les grands parcours arides du sud de la Saskatchewan et de l'Alberta. Il avait en effet compris que la variété habituelle de luzerne, Ladak, qui provenait du nord de l'Inde ne persistait pas aussi longtemps que l'agropyre à crête avec lequel on la semait fréquemment. Clarke a donc entrepris de mettre au point des variétés tolérant la sécheresse et le froid à partir des lignées évaluées par H.J. Kemp. Clarke et J.L. Bolton, qui l'ont rejoint en 1936, ont quitté Swift Current avant qu'un tel cultivar voie le jour et c'est D.H. Heinrichs, qui avait repris le programme après la retraite de Clarke en 1946, qui a récolté le fruit des travaux préliminaires. Tout en poursuivant les mêmes objectifs que Clarke, il en a ajouté un troisième, celui d'obtenir un type de luzerne à racines traçantes pour permettre à l'espèce de se propager en sol aride. Pour cela, Heinrichs a obtenu l'aide de B.E. Murray (61), un cytologiste, de J.E. Troelson, un spécialiste en nutrition animale, et de F.G. Warder, un chimiste, tous trois de Swift Current.

Les chercheurs de Swift Current ont développé plusieurs cultivars à racines traçantes, résistants à l'hiver et à la sécheresse, susceptibles d'être utilisés avec des graminées dans des peuplements fourragers persistants :

- Rambler 1955 — la première luzerne à racines traçantes au monde à tolérer la flétrissure bactérienne; elle se caractérisait par un bon rendement à la première coupe mais par un faible regain;
- Roamer 1966 — meilleure résistance à la flétrissure bactérienne;
- Drylander 1971 — meilleure résistance à la sécheresse et rusticité accrue;
- Rangelander 1978 — meilleure résistance à la sécheresse et rusticité accrue;
- Heinrichs 1981 — rendement de 10 p. 100 supérieur à Rambler (développée et homologuée par Irvine et Lawrence (40) après la retraite de D.H. Heinrichs).

D'autres qualités que la résistance à la sécheresse étaient nécessaires sur les terres irriguées du sud de l'Alberta et de la Saskatchewan. Reconnaissant ce fait, M.R. Hanna à Lethbridge (Alberta) a commencé dès 1958 à mettre au point un cultivar à haut rendement rustique et résistant à la flétrissure bactérienne. Pour cela, il a profité du soutien des phytopathologistes M.W. Cormack, J.B. Lebeau

et E.J. Hawn de la même station de recherches. Il a développé son premier cultivar, Beaver, en collaboration avec les chercheurs de Saskatoon; Beaver a été offert aux agriculteurs en 1961. Kane a suivi en 1971 et avait le port traçant des variétés de Swift Current. Trek, produit par Hanna en 1975, a été le premier cultivar résistant aux nématodes et assez rustique pour pousser de façon satisfaisante sur les terrains irrigués du sud de l'Alberta.

Les autres légumineuses fourragères comprennent le trèfle rouge et le trèfle d'Alsike, le sainfoin, le lotier corniculé et l'astragale. Les scientifiques d'une ou de plusieurs stations de recherches en ont sélectionné diverses variétés. Depuis 1970 à Charlottetown, T.-M. Choo a identifié plusieurs variétés supérieures de trèfle rouge qu'on cultive maintenant dans les provinces de l'Atlantique. À Lacombe (Alberta), H. Baenziger et W.B. Berkenkamp ont développé le cultivar de trèfle rouge Norlac en 1973. Ce cultivar est plus hâtif qu'Altaswede, le cultivar le plus courant. Après son départ pour Ottawa, Baenziger a introduit un cultivar rustique et tolérant au blanc appelé Bytown. Ce cultivar est particulièrement bien acclimaté au nord de l'Ontario.

À la station de Beaverlodge (Alberta), C.R. Elliott a sélectionné Aurora en 1961 à partir d'une variété courante de trèfle d'Alsike exploitée depuis de nombreuses années dans le district de la Rivière-de-la-Paix. Aurora est plus rustique et a un rendement supérieur à la variété indigène. Cinq ans plus tard, il a présenté Dawn, une sélection améliorée qui repoussait plus rapidement qu'Aurora après la coupe.

Hanna, Cooke et Goplen (30) respectivement à Lethbridge, Melfort et Saskatoon ont sélectionné le sainfoin Melrose en 1969. En 1980, Hanna a homologué Nova. Chacun de ces cultivars dérive de semences issues de Russie. Tous deux ont été sélectionnés en vue de remplacer éventuellement la luzerne, le sainfoin n'entraînant pas le météorisme chez les animaux.

Le premier cultivar canadien d'astragale, Oxley, a été développé et testé à Lethbridge par Johnston, Smoliak, Hironaka et Hanna (41) et mis en marché dès 1971. À l'instar du sainfoin, l'astragale est une légumineuse qui ne pose pas le problème du météorisme chez le bétail. Oxley a été sélectionné à partir de semences soviétiques introduites à la station de Manyberries, en Alberta, par S.E. Clarke en 1931. Ce cultivar donne beaucoup plus de fourrage que le cultivar soviétique, mais pas autant que la luzerne. Cependant, il est plus rustique et peut être semé à la volée dans les peuplements de fléole sur le versant oriental des avant-monts des Rocheuses afin d'améliorer la qualité des pâturages.

Production de graines de luzerne

Pour donner une quantité suffisante de grains par hectare, les fleurs de luzerne doivent être pollinisées par les insectes, habituellement les abeilles. Tout en cherchant le nectar, les abeilles véhiculent le pollen d'une fleur à l'autre ce qui entraîne la pollinisation croisée. L'abeille approche généralement le réceptacle à nectar par le côté, entre l'aile et les pétales normaux ce qui lui permet d'échapper

au mécanisme pollinisateur du végétal. Les deux types d'abeilles indigènes qui parviennent à polliniser la luzerne sont *Bombus* (bourdon) et *Megachile* (découpeuse de la luzerne ou mégachile). Les bourdons sont de type grégaire et construisent des colonies alors que la mégachile vit seule.

Le premier apiculteur du Dominion, F.W.L. Sladen, a étudié très tôt les insectes qui pollinisaient la luzerne (73). En 1916, il a remarqué que la mégachile visitait les fleurs de luzerne près de Medicine Hat et de Lethbridge (Alberta) à la cadence de 17 fleurs par minute. Il a effectué des observations similaires l'année suivante dans la vallée de l'Okanagan, en Colombie-Britannique, et a noté que la mégachile était beaucoup plus efficace que l'abeille ou le bourdon. Il a toutefois fallu attendre 20 ans et 1940 pour que Salt (70) encourage fortement l'utilisation de l'espèce sauvage pour la production des semences de luzerne et recommande la protection du comportement nidificateur de l'insecte.

Deux études importantes sur la production grainière de la luzerne ont été effectuées en 1943 par Knowles (45) et en 1946 par Peck et Bolton (63), à Saskatoon. Les chercheurs ont noté que le rendement des premières récoltes de semences de luzerne dans le nord de la Saskatchewan vers 1930, se situait habituellement entre 220 et 500 kg/ha avec un sommet occasionnel de 1 100 kg/ha. La superficie de culture s'est rapidement accrue par le déboisement et le défrichage. Malheureusement, par la même occasion, on a détruit l'habitat choisi par la mégachile pour construire son nid et en 1945, le rendement est tombé à une moyenne de 80 kg/ha, les rendements de 300 kg constituant l'exception. Cette réduction dérivait entièrement de l'absence d'insectes pollinisateurs. La production de graines de luzerne est devenue prohibitive et le Canada a dû importer des semences alors qu'auparavant il se rangeait parmi les exportateurs. Peck et Bolton ont recommandé une nouvelle fois qu'on protège les sites de nidification de la mégachile et qu'on en aménage de nouveaux afin d'accroître la population de bourdons et de mégachiles. Ainsi, ils ont suggéré qu'on perce des trous dans des troncs d'arbres où la mégachile pourrait construire son nid.

G.A. Hobbs et C.E. Lilly ont entamé leurs recherches sur les pollinisateurs de la luzerne à Lethbridge vers la fin des années 1940. En 1956, ils avaient appris beaucoup sur l'habitat et la biologie des espèces indigènes de mégachile (37). Plus tard, Hobbs a étudié le rôle du bourdon et de la mégachile dans la pollinisation du trèfle rouge et de la luzerne. En 1957, il est parvenu à la conclusion (36) que le bourdon était un bon agent pollinisateur dans les champs de trèfle rouge du sud de l'Alberta mais que ni le bourdon, ni la mégachile n'étaient entièrement satisfaisants pour polliniser la luzerne en raison de la concurrence exercée par d'autres plantes indigènes fleurissant en abondance près de l'habitat des insectes. En outre, la population d'abeilles fluctuait largement d'une année à l'autre et la luzerne ne constituait pas une source suffisante d'aliments pour l'insecte au moment approprié. Hobbs a donc concentré ses efforts sur la domestication du bourdon. Il a installé des ruches cubiques en bois de 15 cm sous la terre, à la surface du sol ou un peu au-dessus de celui-ci, dans des bosquets de trembles ou à proximité de ces

derniers sur le versant oriental des Rocheuses. Au bout de 5 ans, de 0 à 60 p. 100 des ruches étaient occupées et il avait appris beaucoup sur la façon dont l'insecte choisissait un site, sur la biologie du couvain et sur les facteurs limitant l'accroissement de la population.

Pendant ce temps un événement fortuit était survenu aux États-Unis. Au cours de la Seconde Guerre mondiale, une espèce communément connue sous le nom de mégachile européenne de la luzerne (*Megachile rotundata*) a été introduite par inadvertance en Caroline du Nord. Les abeilles ont réussi à gagner l'Idaho vers le milieu des années 1950. Bien que solitaire, *M. rotundata* a l'instinct grégaire et est encline à vivre à proximité d'autres insectes. En 1962, Hobbs s'est rendu en Idaho pour recueillir quelques spécimens vivants. En plus de ses études sur le bourdon, il s'est mis à chercher comment la nouvelle mégachile pourrait être domestiquée et a mis au point le système d'élevage en loges séparées qui permet la réunion d'un nombre suffisant d'abeilles pour la pollinisation. Grâce à ce système, on peut retirer les loges dans lesquelles vivent les abeilles du matériau à cannelures laminé sur lequel elles reposent afin de les entreposer pour l'hiver sans pour autant détruire les nids. Ce système permet également de lutter contre les parasites et les prédateurs par diverses techniques comme la construction de ruches, l'incubation ainsi que l'enlèvement et le retournement des loges dans les ruches. Enfin, il assure une utilisation efficace des installations d'entreposage frigorifique et d'incubation ce qui permet de synchroniser l'émergence des abeilles avec la floraison de la luzerne. De cette façon, le nombre optimal d'abeilles butinent dans les champs au moment utile pour obtenir une grenaison importante et un nombre suffisant d'insectes viables pour l'année suivante.

La mégachile est un excellent pollinisateur de la luzerne. Sans l'insecte, le rendement grainier se situerait autour de 5 kg/ha; grâce à lui, il varie autour de 340 kg et les exploitants expérimentés parviennent à le faire grimper jusqu'à 850 kg/ha. P. Pankiw de Beaverlodge dans la région de Rivière-de-la-Paix et D.A. Cooke de Melfort dans le centre de la Saskatchewan ont adapté ces techniques au climat plus froid de leurs régions. Ainsi est née la toute nouvelle industrie de l'élevage des mégachiles et la production canadienne de graines de luzerne est passée de 590 ha en 1955 à 14 240 ha en 1984. En 1969, Hobbs a reçu une prime au mérite pour l'excellence de son travail.

K.W. Richards a pris la relève de Hobbs en 1976 à la retraite de ce dernier et a poussé les recherches de telle manière qu'aujourd'hui, nos réserves de semences de luzerne sont les plus élevées depuis 30 ans et répondent pratiquement à tous les besoins du marché intérieur. En 1981, 750 000 kg de semences ont été exportés de l'ouest du Canada, la plus importante vente de semences de luzerne en l'espace de 20 ans. Grâce à une meilleure gestion de la mégachile, les apiculteurs canadiens ont obtenu des abeilles d'une telle qualité que le Canada est devenu le principal exportateur au monde de cet important insecte pollinisateur. Au cours des quelques dernières années, 150 millions de mégachiles surnuméraires ont été exportées chaque année vers les États-Unis, l'Argentine, l'URSS et plusieurs pays d'Europe. La publication de Richards sur l'élevage de la mégachile (67) en est à sa sixième révision.

Il s'agit là d'un exemple de la façon dont le dévouement de quelques chercheurs agricoles et le travail acharné des producteurs de semences de luzerne et de mégachiles ont donné naissance à une nouvelle industrie canadienne.

Graminées

Cultivées seules ou en association avec les légumineuses, les graminées servent de foin, de pâturage, de tapis végétal protecteur, de gazon et de pelouse. Neuf genres, certains comprenant plusieurs espèces, sont utilisés pour l'une ou plusieurs de ces fins au Canada. Les espèces de certains genres sont indigènes à l'Amérique du Nord mais la plupart des espèces domestiquées ont été importées.

Le chapitre 2 soulignait déjà l'importance du brome (*Bromus inermis*) introduit de Russie par W. Saunders l'année même où celui-ci inaugurait le réseau de fermes expérimentales. En 1949, Knowles et White (46) estimaient que le brome était la graminée la plus cultivée dans l'ouest du Canada. Au bout d'un certain temps, le Canada s'est mis à en exporter les semences et en 1947, on en a produit 3,4 millions de kilos. Des stations agronomiques aux États-Unis ont produit leurs propres lignées «méridionales» de brome qu'on a prétendu dans certains cas supérieures aux souches septentrionales importées du Canada. En recourant aux données de neuf stations canadiennes, Knowles et White ont cependant prouvé qu'il existait peu de différence de rendement entre les deux types de brome. Par la même occasion, ils ont montré que les variétés méridionales produisaient moins de semences et parvenaient à maturité deux à quatre jours plus tard que les lignées nordiques. À l'exception de ces différences, les deux types étaient identiques. L.E. Kirk, d'abord au service de l'Université de la Saskatchewan puis du Laboratoire fédéral sur les cultures fourragères de Saskatoon, a sélectionné des variétés à racines moins traçantes dans le peuplement original et en 1936, a introduit Parkland non sans avoir au préalable sélectionné le cultivar Superior, alors qu'il travaillait encore à l'université en 1920. En raison de leurs racines moins traçantes, ces cultivars donnaient moins de fourrage que la lignée commune.

Un certain nombre de chercheurs ont emboîté le pas à Kirk, y compris T.M. Stevenson, W.J. White, H.H. Horner, J.D. Smith et enfin R.P. Knowles, et ont travaillé seuls ou en collaboration avec d'autres sur le brome à Saskatoon. Knowles présentera trois autres cultivars, le plus récent (Signal) ayant un rendement plus élevé en fourrage et en graines.

À la division des cultures fourragères d'Ottawa, d'autres chercheurs comme R.M. MacVicar, W.R. Childers et W.R. McElroy ont travaillé à l'amélioration de diverses graminées dont le brome. Childers a introduit un cultivar résistant aux maladies, Redpatch, et un cultivar à haut rendement, Tempo, respectivement en 1964 et 1965.

L'agropyre (*Agropyron* sp.) se rencontre sous sept formes différentes : l'agropyre élancé, ensemencé pour la première fois au Canada à Virden au

Manitoba en 1885; l'agropyre à crête, introduit de Sibérie par l'Université de la Saskatchewan en 1911; l'agropyre intermédiaire, introduit au Canada vers le milieu des années 1930; l'agropyre élevé, obtenu de Russie par l'Université de la Saskatchewan; l'agropyre pubescent et les deux formes indigènes, l'agropyre de l'Ouest et l'agropyre du Nord respectivement de l'Alberta et de la Saskatchewan.

Le premier cultivar d'agropyre à crête, Fairway, a été développé par L.E. Kirk alors qu'il était encore à l'Université de la Saskatchewan. Mais ce n'est qu'en 1932 que le cultivar a été homologué et Kirk était alors devenu directeur des services agronomiques du Dominion. Kirk avait distribué la semence d'agropyre à crête aux fermes et aux stations expérimentales des Prairies où le cultivar s'est révélé supérieur à toutes les autres graminées dans les conditions arides et rudes qu'on retrouve dans le sud-est de l'Alberta, en particulier à Manyberries. L'agropyre à crête a été l'une des clés du succès de l'implantation des pâturages communautaires (voir chapitre 13). Parkway, dont le rendement était supérieur à celui de Fairway et qui était moins sujet à la verse, a été homologué conjointement par R.P. Knowles à Saskatoon et D.A. Cooke à Melfort en 1969.

L'agropyre intermédiaire, dont on a poursuivi l'étude à Saskatoon et à Swift Current, comprend deux cultivars améliorés, supérieurs à ceux des États-Unis sous le climat canadien. Le premier, Chief, a été produit en 1961 par Knowles à Saskatoon. À Swift Current, T. Lawrence s'est intéressé à la résistance à l'hiver et au rendement avant de présenter Clarke (en l'honneur de S.E. Clarke) en 1980.

Un certain nombre de cultivars d'autres espèces ont été mis au point à Lethbridge et à Swift Current. Chacun s'est ménagé une niche dans l'écologie des grands parcours canadiens et tous ont leur rôle à jouer dans l'alimentation des vastes troupeaux de bovins.

Le dactyle pelotonné, *Dactylis glomerata*, a attiré l'attention de R.M. MacVicar à son arrivée à la Division des cultures fourragères en 1930. À partir de semences originaires de Mandchourie, MacVicar est parvenu à développer Hercules en 1938 par sélection massale. Hercules est un cultivar très productif et précoce, généralement bien acclimaté à l'est du Canada. Le cultivar suivant, très rustique, a été introduit par W.R. Childers en 1963 sous le nom de Rideau. Ce cultivar a été suivi par Kay et Juno; ce dernier s'est avéré particulièrement utile dans les pâturages surexploités en raison de sa précocité, de sa vigueur et de son feuillage abondant.

En plus des travaux poursuivis à la Division des cultures fourragères, les scientifiques à Lethbridge (Alberta) et à Agassiz (Colombie-Britannique) ont mis au point des cultivars de dactyles acclimatés aux sols et au climat de leur région. R.W. Peake a développé ainsi un cultivar précoce, vigoureux et rustique pour les pâturages irrigués du sud de l'Alberta qu'il a appelé Chinook en 1959. De leur côté, D.K. Taylor et M.F. Clarke ont cherché et découvert un cultivar à haut rendement adapté à la côte de la Colombie-Britannique. Ce cultivar a été distribué en 1974 sous le nom de Sumas.

Le pâturin des prés et la fétuque sont les deux principales graminées utilisées au Canada dans la pelouse et le gazon. Les semences de ces espèces se retrouvent également dans les mélanges destinés à l'établissement de pâturages. Le pâturin des prés, *Poa pratensis*, est la principale espèce cultivée au Canada et nous vient des États-Unis. L'espèce a été introduite avant le XVIII[e] siècle et joue un rôle important dans les pâturages du nord du Manitoba, de la Saskatchewan et de l'Alberta. MacVicar à la Division des cultures fourragères a sélectionné le cultivar Delta en 1938. Ce cultivar, adapté au régime de paissance, poussait bien en association avec le trèfle blanc. En 1974, Lebeau et Hanna (54) à la station de Lethbridge ont introduit Banff, un cultivar nain au feuillage toujours vert, aux caractères exceptionnellement stables, sélectionné sur le terrain de golf de Banff Springs. Banff revêt un intérêt particulier pour les terrains de golf car il tolère une tonte rase. Dormie, un cultivar résistant au blanc et à la moisissure nivale a été introduit par Smith (74) à Saskatoon en 1978.

La fétuque rouge traçante, *Festuca rubra*, est également cultivée dans le nord des quatre provinces de l'Ouest pour la paissance et la production grainière. Cette espèce donne un gazon robuste et se retrouve dans les mélanges de graminées pour pelouses. La fétuque rouge traçante a commencé à se faire remarquer au Canada quand on l'a utilisée pour verdir les aéroports pendant la Seconde Guerre mondiale. Les cultivars suivants ont été mis au point aux fermes expérimentales et à la Direction générale de la recherche :

- Duraturf 1943 — R.M. MacVicar, Ottawa; caractères stables, croissance basale dense et rase;
- Boreal 1966 — C.R. Elliott, Beaverlodge; cultivar vigoureux aux caractères stables, port traçant, rendement élevé en fourrage et en semences;
- Duralawn 1971 — R.M. MacVivar, Ottawa; cultivar aux feuilles larges et vert foncé, résistant à la tache foliaire, port très traçant.

La fléole, *Phleum pratense*, a été l'une des premières graminées à être évaluée par les fermes expérimentales. Cette espèce est utilisée de façon extensive pour nourrir les chevaux partout au Canada et est cultivée en association avec la luzerne pour servir de foin et d'ensilage aux bovins de l'Ontario, du Québec et des provinces de l'Atlantique. La Division des cultures fourragères (qui devait par la suite devenir partie intégrante de la Station de recherches d'Ottawa) en a homologué cinq cultivars entre 1947 et 1980. Le plus récent, Salvo, a été développé par W.R. Childers et se caractérise par sa précocité et une repousse rapide. La gamme de cultivars actuels répond à la plupart des besoins des producteurs de fléole.

Systèmes de production

De nos jours, les cultures fourragères se résument généralement aux graminées et aux légumineuses. Lorsque la Division des plantes fourragères (qui devait ensuite prendre le nom de Division des cultures fourragères) a été mise sur

pied par M.O. Malte en 1912, on utilisait différents légumes-racines de plein champ comme le navet, la betterave fourragère, la carotte et la betterave sucrière pour engraisser les bovins. Ces légumes qui, au terme de vastes efforts, pouvaient être entreposés en hiver, ont depuis été remplacés par le maïs et des mélanges d'espèces fourragères qu'on peut ensiler plus facilement.

Une bonne partie des recherches sur l'exploitation des cultures fourragères a été exposée au chapitre 13, car la culture des légumineuses et des graminées est essentielle à une bonne utilisation du sol. La Division des cultures fourragères et la plupart des fermes et des stations expérimentales prêtent une attention particulière à la rotation des cultures, notant les légumineuses ou les graminées qui bénéficient le plus aux cultures suivantes, les cultures qui donnent les meilleurs résultats ainsi que les taux d'ensemencement et les pratiques culturales jugées satisfaisantes. On est donc parvenu à réunir un ensemble de connaissances sur les conditions de culture propres au Canada, dans différents milieux, et ces connaissances ont été transmises aux agriculteurs par l'entremise des
278 bulletins du Ministère.

Un bulletin publié en 1904 (23) par Grisdale, Shutt et Fletcher traitait de la culture de la luzerne, de la façon de la faire sécher pour l'utiliser comme foin, de sa valeur alimentaire et de nombreux autres aspects de son exploitation. Ce bulletin a été mis à jour en 1942 par J.M. Armstrong, F.S. Nowosad et P.O. Ripley puis récrit en 1982 par un groupe de scientifiques qui représentaient les stations de recherches entre Sainte-Foy (Québec) et Lethbridge (Alberta). Au moins 38 autres bulletins ont été rédigés à l'intention des agriculteurs et décrivent les diverses facettes de son exploitation comme fourrage destiné à des fins spécifiques. Enfin, de nombreux exposés techniques expliquent les travaux sur lesquels ces bulletins étaient basés.

En 1922, la Division des plantes fourragères a entamé une série d'essais visant à identifier les espèces de graminées et de légumineuses les plus prometteuses comme culture simple ou en association pour la production de foin au cours des deux premières années d'établissement du peuplement et pour la paissance les années subséquentes. G.P. McRostie a préparé un rapport sur 35 mélanges. Il en a conclu que l'addition de luzerne à n'importe quel mélange entraînait une nette hausse de rendement au moment de l'ensemencement et que pendant un certain temps, le taux de semis des différentes espèces a peu d'effet sur le rendement du peuplement. Il a noté également que la fétuque élevée, l'agrostide géante et le trèfle d'Alsike étaient raisonnablement tolérants à l'humidité et en a donc recommandé l'emploi dans les zones a pluviométrie élévée.

Les pâturages naturels qu'on trouve dans les quatre provinces de l'Ouest ont toujours joué un grand rôle dans l'industrie du bœuf. Comme c'est le cas pour toutes les richesses naturelles renouvelables, leur exploitation est possible pourvu qu'elle se fasse avec soin. Afin de déterminer les meilleures méthodes d'exploitation, on a établi la Station expérimentale de parcours à Manyberries en Alberta, la Ferme satellite de Stavely, dans la même province, et la Ferme expérimentale de Kamloops, en Colombie-Britannique, entre 1927 et 1935.

Chaque établissement a été chargé d'étudier la distribution des graminées indigènes, les effets de différentes méthodes de paissance sur la couverture végétale, l'amélioration des grands parcours par réensemencement, le travail superficiel du sol, la fertilisation et la culture d'espèces fourragères sur les sols les plus riches du parcours.

En 1976, H.T. Kunelius a vu dans le ray-grass annuel (*Lolium multiflorum*) un bon moyen de prolonger la période de paissance à Charlottetown (Île-du-Prince-Édouard). Dans le cadre d'un projet coopératif, Calder (51) à Nappan (Nouvelle-Écosse), et Kunelius ont déterminé les besoins de l'espèce en matière d'engrais azoté et découvert qu'une coupe à intervalles de quatre semaines (3 ou 4 récoltes par saison) donnait un meilleur rendement en matière sèche qu'une récolte à plus longs intervalles. Cette découverte a fait l'effet d'une véritable percée pour l'exploitation des prairies et la culture de la pomme de terre et aujourd'hui, les producteurs des Maritimes, qui cultivent habituellement des céréales en assolement avec la pomme de terre se servent du ray-grass annuel dans la rotation de céréales. Après la moisson, les animaux broutent le ray-grass pendant la période fraîche de l'automne et la graminée constitue un apport supplémentaire de matière organique pour le sol.

POMME DE TERRE

Depuis la Seconde Guerre mondiale, les agriculteurs canadiens réservent 100 000 à 125 000 ha de terres à la culture de la pomme de terre. Lorsque la Loi concernant les stations agronomiques a été promulguée en 1886, cette culture couvrait 180 000 ha. La production a atteint un sommet de 330 000 ha en 1919 avant d'entamer une longue régression jusqu'en 1955. Le recul le plus important de la production a été enregistré au Québec et en Ontario, avec une forte baisse, bien que comparativement moindre en Nouvelle-Écosse et en Colombie-Britannique. Parallèlement, on a assisté à une hausse de la superficie cultivée au Nouveau-Brunswick et à l'Île-du-Prince-Édouard.

Le Canada jouit d'un bon marché d'exportation pour les pommes de terre de semence car celles-ci sont indemnes de maladies et Agriculture Canada poursuit un programme de certification qui a fait ses preuves. L'histoire de ce programme est relatée en détail au chapitre 5.

En 1887, après une inspection des champs de pommes de terre, l'entomologiste et botaniste J. Fletcher a signalé des infestations de doryphore en Nouvelle-Écosse et au Manitoba, d'altise en Colombie-Britannique, de méloès dans les Territoires du Nord-Ouest (Saskatchewan et Alberta) et de taupin en Colombie-Britannique. Les premiers travaux sur la pomme de terre ont débuté en 1888 quand W. Saunders a testé 251 variétés homologuées et obtenu 237 plants de semences généalogiques hybrides. En 1894, Saunders a comparé l'utilité du fumier décomposé, du fumier frais et de divers engrais minéraux et organiques pour la culture de la pomme de terre sur des terres auparavant consacrées à la culture du blé ou de l'orge. Dans les deux cas, les parcelles engraissées avec du fumier ont donné pratiquement le double de celles non

fertilisées qui servaient de témoin et environ 50 p. 100 de plus que celles amendées avec des engrais. L'addition de fumier décomposé a donné les meilleurs résultats en assolement avec le blé alors que celle de fumier frais a entraîné la plus grosse récolte de pommes de terre après l'orge.

En 1898, les cultivars de pommes de terre avaient été testés suffisamment longtemps dans chacune des cinq fermes expérimentales pour que W.T. Macoun, recommande sept d'entre eux. Les cultivars allaient de très hâtifs (Burpee's Extra Early) à tardifs (Late Puritan, American Wonder et Rural Blush) et la liste comprenait également les cultivars recommandés pour 28 autres légumes. Le nom de quelques-uns d'entre eux est bien connu aujourd'hui, mais certains lecteurs reconnaîtront peut-être le chou Early Jersey Wakefield, la carotte Chantenay, la laitue New York, l'oignon Yellow Globe Danvers, le pois Improved Stratagem, le radis French Breakfast, la rhubarbe Victoria et la courge Hubbard.

Des expériences conçues pour déterminer le meilleur écartement, la meilleure profondeur et la meilleure date des semis ont débuté en 1895. Sans reprendre les analyses statistiques, Macoun est parvenu à la conclusion qu'une distance de 30 cm dans des rangées séparées de 76 cm constituait le meilleur espacement, que les pommes de terre enfouies à 2,5 cm de profondeur permettaient le désherbage sans hersage et que la meilleure date de plantation dépendait dans une grande mesure de la première gelée d'automne dont la date demeurait imprévisible. Malgré des données ne couvrant que trois ans, il a fixé le 24 juin comme la date la plus tardive pour planter les semences à Ottawa, bien qu'à une reprise, des tubercules mis en terre le 7 juillet ont donné une culture commercialisable. En 1910, Macoun a montré qu'il était important de sélectionner les semences au champ avant que les tubercules ne parviennent à maturité pour obtenir de meilleurs rendements l'année suivante. Il a également utilisé comme semence des différents cultivars les tubercules de plants robustes et vigoureux qui n'étaient que modérément atteints par le mildiou. Pour quelques cultivars, l'emploi de ces semences s'est traduit par une hausse de la production allant jusqu'à 50 p. 100 l'année suivante. Des expériences similaires ont eu lieu jusqu'en 1921. Sur les 39 cultivars testés, 27 ont vu leur rendement augmenter grâce à l'emploi de tubercules immatures, certains donnant un rendement double de celui obtenu avec des tubercules mûrs.

À Nappan, en Nouvelle-Écosse, W.W. Baird a comparé l'utilité des semences germées et des semences dormantes. Après avoir accumulé des données pendant six ans, de 1924 à 1930, il en est venu à la conclusion que les premières assuraient un rendement de 20 p. 100 supérieur à celui des semences germées. Au cours de la même période, il a remarqué qu'une mise en terre précoce (22 mai) augmentait la production de 15 p. 100 par rapport à une plantation tardive (6 juin). Pendant ce temps, à Fredericton (Nouveau-Brunswick), C.F. Bailey a indexé les semences des quatre principaux cultivars dans une serre en collaboration avec le laboratoire de phytopathologie de Fredericton puis a planté ceux qui étaient indemnes de maladies en se servant du tubercule entier dans le but de fournir des tubercules de fondation de chaque variété aux producteurs de semences.

Pascal Fortier, régisseur à La Ferme, au Québec en 1930, a confirmé les observations de Macoun en révélant qu'un écartement de 30 cm dans des rangées espacées de 76 cm donnait un rendement supérieur à tous les autres écartements avec la variété Green Mountain. Dans le cas d'Irish Cobbler, le meilleur écartement était toutefois de 35 cm dans des rangées espacées de 90 cm. Fortier a remarqué lui aussi qu'il était préférable de planter des tubercules non germés.

Un grand nombre de stations expérimentales poursuivaient des essais comparatifs sur les différents types d'engrais et leur taux d'application. H.F. Murwin, régisseur de la station de Harrow, en Ontario, a montré qu'il était possible d'obtenir légèrement plus de pommes de terre avec 27 kg de sulfate d'ammonium qu'avec 27 kg d'engrais à base de sang déshydraté. Ces deux traitements accroissaient la production de 30 p. 100 par rapport à l'absence totale d'engrais azoté. Par ailleurs, la quantité d'acide phosphorique épandue sous forme de superphosphate devait correspondre à la moitié seulement de la quantité d'azote alors que celle de potasse devait être égale aux deux tiers de la quantité d'engrais azoté. Ces conclusions dérivaient de quatre années de recherche (1927–1930) sur des parcelles non répétées d'un dixième d'acre (400 m^2).

Le nombre de cultivars de pommes de terre disponibles au Canada, souvent par le truchement de vendeurs itinérants représentant les sociétés grainières américaines, se chiffrait par centaines. Les grossistes qui achetaient des pommes de terre au moment de la récolte étaient souvent incapables de réunir des wagonnées du même type. Pour mettre fin au chaos, on a commencé à les homologuer dès 1923, en ajoutant le nom de certains d'entre eux à une liste de légumes et de fines herbes. Toutefois, ce n'est qu'en 1937 que la pomme de terre a officiellement été inscrite sur la liste des cultures couvertes par la Loi relative aux semences.

Le programme d'amélioration de la pomme de terre de la Station expérimentale de Fredericton a débuté en 1933. Cette culture étant particulièrement sensible aux maladies et aux insectes (voir chapitre 18), on a mis sur pied un projet coopératif et L.C. Young et H.T. Davies de la même station, ont été chargés de la partie horticole, c'est-à-dire des croisements, de la multiplication des semis et de l'évaluation commerciale des cultivars proposés. De leur côté, D.J. MacLeod et J.L. Howatt au laboratoire de pathologie végétale se sont occupés de la lutte contre les maladies et R.P. Gorham de la Direction de l'entomologie a été choisi comme expert-conseil.

L'amélioration d'une culture est une tâche complexe. La pomme de terre en particulier nécessite un espace suffisant dans les serres, des parcelles convenables, bien isolées des autres champs (de plusieurs kilomètres), et des entrepôts frigorifiques aux conditions bien contrôlées. Pour toutes ces raisons, Fredericton a été considéré comme le site idéal pour le programme national d'amélioration. Au cours des quelques premières années, les deux principaux objectifs du programme se sont résumés à créer des variétés résistantes à la mosaïque bénigne et au mildiou, susceptibles de répondre aux besoins de l'industrie

partout au Canada. Depuis, d'autres propriétés spécifiques se sont ajoutées aux précédentes. Face à la difficulté de garder les semis indemnes des viroses transmises par les pucerons, on s'est trouvé rapidement dans l'obligation de créer une station à l'écart des champs de pommes de terre, à un endroit de la côte de l'Atlantique où la population de pucerons était habituellement faible, soit à Alma, au Nouveau-Brunswick.

Au cours des quinze premières années, on a obtenu pratiquement 150 000 plantules de pommes de terre. Plus de la moitié de ces dernières ont été améliorées pour résister au champignon du mildiou, *Phytophthora infestans*. Pour cela, on se servait généralement d'une espèce sauvage de pomme de terre immune à la maladie, *Solanum demissum*, comme lignée parentale. *S. demissum* possède un grand nombre de propriétés horticoles indésirables, y compris de longs stolons (tiges souterraines sur lesquelles poussent les tubercules) et des tubercules de la taille d'une noisette. Après avoir croisé la pomme de terre cultivée *S. tuberosum* à *S. demissum*, on a donc été obligé d'entreprendre une série de rétrocroisements pour retrouver les caractères horticoles souhaités. Chaque plant de la descendance utilisé dans le cadre du programme devait subir des essais permettant de démontrer la présence de gènes de résistance au mildiou. On est néanmoins parvenu à réaliser des progrès intéressants et à homologuer diverses variétés résistantes à la maladie. Des méthodes similaires ont été utilisées pour répondre aux autres objectifs du programme.

En mars 1943, H.T. Gussow, phytopathologiste du Dominion, a mis sur pied le comité du ministère de l'Agriculture responsable de la politique relative à la culture des pommes de terre. Ce comité comprenait C.F. Bailey, régisseur de la station expérimentale de Fredericton et M.B. Davis, horticulteur du Dominion. À la suite des délibérations des membres du comité, les essais nationaux sur les plantules et les cultivars ont démarré en 1945 sous la surveillance de N.M. Parks. Les stations expérimentales et les universités chargées de ces essais ont reçu de la station de Fredericton des plantules sélectionnées pour leur résistance à une ou plusieurs maladies. Les horticulteurs de chaque station ont ensuite choisi les semis les mieux adaptés aux conditions de croissance dans leur région et, en collaboration avec Fredericton, ont nommé et homologué de nouveaux cultivars. Au cours de la première décennie, 25 000 plantules et 100 cultivars homologués ont ainsi été testés et ont entraîné l'homologation de deux cultivars améliorés à Fredericton : Canso et Keswick. Ces deux cultivars offraient l'avantage de résister à certaines races de mildiou. Par la suite, le même programme devait permettre l'homologation de six autres cultivars nommés.

Le programme soulevait toutefois certaines difficultés. En effet, quelques améliorateurs, en particulier dans l'Ouest, estimaient avoir le droit de procéder à leurs propres croisements, de rechercher les plantules susceptibles de résister aux maladies propres à leur région et d'homologuer les cultivars qui en découleraient. De son côté, M.B. Davis, l'horticulteur du Dominion, estimait qu'il serait trop coûteux de reproduire les installations de Fredericton. Selon lui, puisque D.L. Young, à Fredericton, était prêt à entreprendre tous les croisements requis par les coopérants, il serait possible de répondre aux besoins de ces

derniers. Pour atténuer en partie le problème, en 1955, Parks a entrepris des essais régionaux au cours desquels on employait différentes variétés de pommes de terre testées. Un comité régional des Prairies puis des Maritimes (1956) et des comités similaires en Ontario et en Colombie-Britannique (1957) ont permis d'accélérer l'évaluation des lignées et des cultivars proposés pour des essais plus poussés. Des recherches récentes effectuées par Lynch, Tai, Young et Schaalje (55) ont montré hors de tout doute que la présélection de la première génération à Fredericton améliore la précocité, le rendement et les propriétés du tubercule des plants cultivés en Alberta sans pour autant diminuer la variabilité de ces derniers. La décision de Davis de poursuivre tous les croisements et la sélection initiale à Fredericton était donc la bonne.

Vers le milieu du siècle, l'avènement de la restauration-minute a fait naître un véritable engouement pour les croustilles et les frites. En 1960, on transformait environ le cinquième des pommes de terre de consommation, la majeure partie en croustilles et en frites. Les ventes de ces deux produits dépendent largement de la couleur. Puisque celle-ci résulte à la fois de la variété et des conditions d'entreposage, Townsend et Hope (81), à Kentville, et Hyde et Shewfelt (39), à Morden, se sont mis à étudier les relations qui existaient entre le brunissement et les sucres réducteurs, les acides aminés et la variété. Ils ont ainsi constaté que la présence initiale de sucres réducteurs n'est pas nécessaire pour qu'il y ait brunissement pourvu que le tubercule contienne du sucrose et que les conditions du milieu en favorisent l'hydrolyse. Pour déterminer avec précision l'acceptabilité des tubercules, on a dû véritablement frire des croustilles jusqu'en 1968 quand Chubey et Walkof (12), à Morden, ont découvert qu'il était possible de reproduire la couleur des croustilles sans sacrifier un tubercule, même s'il fallait le trancher une fois. En effet, en glissant un disque de papier-filtre entre les deux moitiés du tubercule puis en le faisant frire, on obtient une couleur pratiquement identique ($R = +0{,}929$) à celle des croustilles proprement dites.

En 1970, W.A. Russell a quitté Scott (Saskatchewan) pour Morden (Manitoba) où il a entretenu des contacts plus étroits avec d'autres horticulteurs. L'année suivante, il a croisé le cultivar Netted Gem avec certains autres. Netted Gem a mauvaise réputation comme souche parentale femelle en raison de sa difficulté à produire des semences. Jusqu'à présent, aucun nouveau cultivar n'est issu de ces croisements quoique Russell (69) ait sélectionné un semis hâtif, à peau blanche et aux yeux peu profonds à Fredericton et l'ait homologué sous le nom de Carlton en 1982. Carlton devrait remplacer le cultivar hâtif à yeux profonds Warba.

D.R. Lynch a été embauché à la Station de recherches de Lethbridge (Alberta), en 1977. Bien qu'adhérant au programme national de testage des semis et des variétés de pommes de terre, la station ne disposait jusqu'alors d'aucun scientifique principalement chargé des travaux sur la pomme de terre.

En 1982, 59 cultivars de pommes de terre étaient homologués pour la vente au Canada et 11 provenaient du programme de Fredericton. Toutefois, seul Belleisle faisait partie des 10 meilleurs. Shepody, qui possède de bonnes

qualités pour la fabrication de frites, se classait onzième avec une popularité en croissance rapide. Ce cultivar a été produit par Young, Tarn et Davies (87) à Fredericton.

ARBORICULTURE FRUITIÈRE

L'une des premières activités de William Saunders lorsqu'il est devenu directeur des fermes expérimentales en 1886 a été de lancer un programme visant à développer de nouveaux cultivars de fruits. De fait, ses expériences sur les fruits ont débuté quand il a fait de l'horticulture son passe-temps à London, en Ontario, et comme nous l'indiquions à la partie I, il a amené avec lui à Ottawa une grande partie de sa collection de framboisiers et de groseilliers. Nous ne mentionnerons ici que quelques-unes des contributions de la Direction générale de la recherche dans le domaine de l'amélioration génétique des cultures fruitières. Cependant, ces exemples illustrent bien le déroulement des recher-

ches et le temps requis pour les mener à terme.

Avant même que Mendel formule ses lois sur l'hérédité en 1900, Saunders savait que le croisement de deux plantes de la même espèce débouchait sur de nouvelles variétés et une descendance susceptibles de combiner certains caractères désirables de chaque parent. En 1894, il a été le premier au monde à réaliser un croisement interspécifique en hybridant *Malus baccata* avec le pommier commun, *M. pumila*, afin d'obtenir un pommier plus rustique. Il a croisé ensuite les nouveaux hybrides entre eux (rétrocroisement), y compris Osman et Columbia, avec le pommier commun pour obtenir Piotosh, Rosilda, Trail et d'autres cultivars acceptables qu'il a mis à l'essai à Brandon et à Indian Head.

Saunders a publié ses résultats en 1911 (72), 24 ans après avoir reçu des semences des jardins botaniques royaux de Saint-Pétersbourg en Russie, en 1887. Sa conclusion a été qu'à force de persévérance, les colons des régions nordiques où les pommiers ordinaires ne parvenaient pas à pousser pourraient bientôt en cultiver certaines variétés. L'avenir devait lui donner raison. En partant de cela, les phytogénéticiens à Ottawa, à Morden et ailleurs sont parvenus à créer un grand nombre de pommiers et de pommetiers rustiques de bonne qualité. W.T. Macoun, horticulteur du Dominion, a repris les travaux d'amélioration sur le pommier à la retraite de Saunders, en 1911. En 1926, il avait créé 174 cultivars, dont Lobo, Melba et Joyce à partir d'arbustes McIntosh à pollinisation libre. À Ottawa, D.S. Blair a continué d'améliorer et de sélectionner des lignées hâtives de haute qualité à partir des plantules de croisements sévèrement contrôlés. En utilisant Melba comme lignée parentale, il a découvert plusieurs arbres rustiques dont les fruits parvenaient plus rapidement à maturité. Spangelo (75) décrit Quinte, Ranger et Caravel, des cultivars homologués entre 1942 et 1954 comme des pommiers résistants à l'hiver et portant des fruits hâtifs de haute qualité.

Les chercheurs de la division ont étudié la rusticité des porte-greffes sur lesquels on pourrait écussonner des variétés reconnues de pommiers, de poiriers et de pruniers. En 1921, Macoun a recommandé des porte-greffes issus

de pommetiers soviétiques, de poiriers chinois et de pruniers indigènes pour les trois principaux types de fruits. Avec le développement de l'arboriculture fruitière, la réaction variable des greffons aux porte-greffes non testés est devenue de plus en plus coûteuse. La Station de recherches d'East Malling, en Angleterre, avait mis au point une série de porte-greffes, multipliés de façon végétative, dont l'emploi permettait d'obtenir des arbres d'une taille prévisible. Malheureusement, la plupart d'entre eux étaient trop fragiles pour le climat canadien. En 1961, L.P.S. Spangelo a donc commencé des travaux visant à développer une série de porte-greffes de pommiers hybrides et rustiques qui pourraient convenir aux vergers canadiens. En 1971, il avait obtenu six porte-greffes rustiques (76) qui toléraient aussi les virus latents qui affectent souvent les cultivars commerciaux de pommier.

De nouveaux programmes d'amélioration des fruits ont vu le jour avec la multiplication des stations expérimentales et en particulier l'établissement de stations spécialisées en horticulture comme celle de Kentville en Nouvelle-Écosse, celle de Morden au Manitoba et celle de Summerland en Colombie-Britannique. En 1928, à Kentville, W.H. Brittain a amorcé une série d'études sur la pollinisation des pommiers afin de déterminer les cultivars qu'il serait possible de cultiver dans le même verger. Il a effectué des centaines de pollinisations entre les cultivars connus et, pour en mesurer l'efficacité, a dénombré les graines présentes dans les fruits. En 1934, après avoir planté les semences qu'il avait recueillies, il a constitué un verger de 31 168 arbres, l'un des plus grands du genre au monde. Britain et ses successeurs, R.P. Longley et C.J. Bishop, étaient à l'affût d'une pomme rouge tardive de haute qualité qui se conserverait bien. Par la suite, Britain devait aussi entreprendre des travaux de sélection pour la résistance à la tavelure, en collaboration avec J.F. Hochey, responsable du laboratoire de pathologie végétale. De ce programme ont émergé deux cultivars : Nova Easy Grow en 1971 et Novamac en 1978.

À Morden, la plus importante station de recherches des grandes plaines spécialisée en horticulture, le principal artisan du programme d'amélioration des fruits a été W.R. Leslie, le deuxième directeur. E.M. Straight, son prédécesseur, a dû en effet quitter la station pour Saanichton trois ans après y avoir été nommé et en a confié l'organisation à Leslie. Après avoir travaillé 7 ans en foresterie et en horticulture dans différentes stations, Leslie a été muté à Morden en 1921 où il devait y rester jusqu'à sa retraite 35 ans plus tard. Cet horticulteur extroverti, grand érudit à l'enthousiasme délirant, parvint, avec son personnel, à introduire la pomme d'été Mantet en 1929, un semis de Tetofsky à pollinisation libre. Mantet a rapidement acquis une grande popularité dans les Prairies et les Maritimes ainsi que dans le nord des États-Unis. Avant de prendre sa retraite, Leslie devait introduire dix-huit autres cultivars de pommier ainsi que d'autres fruits, légumes et plantes ornementales.

Leslie a été en grande partie responsable de l'élaboration du programme coopératif d'amélioration des fruits des Prairies, pour lequel Morden jouait le rôle de station directrice et les universités de la Saskatchewan et de l'Alberta celui de terrains d'expérimentation, avec le concours d'autres vergers à Beaverlodge,

Lacombe, Brooks (ministère de l'Agriculture de l'Alberta), Scott et Melfort. Depuis 1949, 130 000 semis de pommiers et de pommetiers, 13 000 de pruniers et 5 000 de cerisiers ont été distribués aux vergers coopérants. Sur ce nombre, 53 pommiers ont été retenus pour des essais supplémentaires entre 1968 et 1974. Les cultivars Noret, Norcue et Norhey (32) ont été homologués en 1976 alors que les cultivars Norland, Parkland et Westland ont été introduits en 1979. Le programme coopératif d'amélioration n'est pas terminé. En effet, il reste à prendre la décision finale sur l'homologation de quelques variétés. Quand cette décision aura été prise, tous les objectifs du programme auront été atteints et on y mettra fin.

R.C. Palmer et A.J. Mann se sont joints au personnel de la station de Summerland, en Colombie-Britannique en 1921, 7 ans après son inauguration par R.H. Helmer. Palmer, spécialisé en pomiculture, a entrepris des travaux d'amélioration sur les pommiers, les abricotiers, les pêchers et les cerisiers. De son côté, Mann a cherché à déterminer s'il était possible de cultiver du tabac dans la vallée de l'Okanagan. Comme l'entreprise ne s'avérait pas rentable, Mann a bifurqué pour prendre en charge l'amélioration génétique des arbres fruitiers à la nomination de Palmer au poste de directeur de la station. Palmer avait croisé des McIntosh avec des Newtown en 1926 et planté les hybrides résultants en 1928. En 1932, les semis étaient devenus assez vigoureux pour porter fruits. Deux ans plus tard, Mann (56) a sélectionné un arbuste plus robuste que les autres dont les fruits étaient particulièrement colorés et savoureux. Il a appelé le nouveau cultivar Spartan en 1936. Depuis, Spartan est cultivé partout dans la zone tempérée de l'hémisphère nord. Il a été particulièrement bien accueilli dans le monde et considéré à plusieurs reprises comme la pomme la plus savoureuse de toutes dans des expositions britanniques.

En 1948, à Kentville, Bishop (4) a mis au point une technique innovatrice pour améliorer le rendement des arbres fruitiers : l'induction de mutations par l'emploi de rayons X. Une mutation est une modification génétique impromptue qui se manifeste dans une seule cellule du méristème apical. Les mutations sont relativement rares dans la nature et très peu d'entre elles entraînent une amélioration par rapport à la variété originale. Avant 1948, seule une station de recherches suédoise avait remporté un certain succès avec les rayons X. Au terme de ses expériences, Bishop a obtenu un fruit gigantesque, de forme irrégulière dont la couleur avait plus ou moins la même intensité que la variété originale. Il en a conclu que l'irradiation présentait certaines possibilités pour l'amélioration des cultures fruitières. Après des recherches plus poussées, il a constaté, avec Aalders (5), que l'irradiation aux neutrons était encore plus efficace. Les recherches de ces deux scientifiques ont débouché sur un grand nombre de mutants supérieurs du cultivar Cortland. On tente maintenant de débarrasser ces cultivars des viroses en vue de leur homologation.

Quelques années plus tard, à Summerland, K.O. Lapins (le successeur de Mann) a connu un succès remarquable en produisant de nouveaux cultivars commerciaux à partir de diverses essences fruitières soumises aux rayons gamma émis par du cobalt 60. Ses travaux ont débuté en 1956, et en 1963, il a

produit (52, 53) un cerisier Lambert compact qu'on a pu se procurer sur le marché dès 1969. Les arbres fruitiers nains ou compacts présentent beaucoup d'avantages pour les exploitants de vergers car ils sont faciles à élaguer, à pulvériser et à récolter. En outre, il est possible d'accroître la densité du peuplement. Bien qu'on puisse obtenir des pommiers nains de porte-greffes spéciaux et de mutants naturels de type spur, il n'existait alors encore aucune variété de cerisier compact. Comme le cerisier est le plus gros arbre fruitier à feuilles caduques, la découverte de Lapins revêtait une importance particulière.

Stella, un autre cerisier, a été homologué par Lapins en même temps que Lambert. Stella est la première cerise douce à avoir été portée par un arbre qui présentait la caractéristique remarquable de l'autogamie. Pour porter fruit, le cultivar n'avait besoin du pollen d'aucun arbre mâle, bien qu'il soit en lui-même un pollinisateur universel. Stella résulte du croisement entre Lambert et le semis John Innes 2420, une lignée parentale autogame produite à l'Institut John Innes en Angleterre par irradiation de pollen immature aux rayons X.

Les scientifiques de la Direction générale de la recherche ont mis au point beaucoup d'autres espèces fruitières comme les fraisiers et les framboisiers. Toutefois, ce sont les fraisiers qui ont retenu le plus l'attention en raison de leur valeur commerciale et de leur popularité auprès des jardiniers amateurs.

Au départ, les phytogénéticiens ont tenté d'améliorer le rendement et les caractéristiques du fruit. A.W.S. Hunter et L.P.S. Spangelo ont repris les expériences de Saunders et ont intensifié la recherche. De 1949 à 1953, ils ont multiplié environ 300 sélections qu'ils ont soumis à des tests commerciaux. De cette population, ils ont choisi neuf cultivars qu'ils ont inscrits aux essais de 1954. Les cultivars Cavalier, Grenadier, Guardsman et Redcoat ont reçu leur nom en 1957. Le dernier est toujours considéré comme un cultivar de grande importance économique, même un quart de siècle après son homologation.

Immédiatement après la Seconde Guerre mondiale, une maladie des racines transmise par le sol et appelée stèle rouge a dévasté les fraisières de la côte ouest. Les horticulteurs de la ferme d'Agassiz ont recueilli des cultivars résistants à cette maladie un peu partout dans le monde et s'en sont servi comme souches parentales pour leur programme d'amélioration. Finalement, en 1956, J.A. Freeman (20) a homologué le cultivar Agassiz, qui était partiellement résistant au champignon. Agassiz pouvait être cultivé dans la vallée du Fraser et dans les régions plus froides en raison de sa rusticité, mais devait être supplanté par d'autres cultivars, plus productifs, de l'État de Washington jusqu'à ce qu'en 1971, H.A. Daubeny de la même station, homologue Totem (17). En l'espace de 5 ans, Totem était devenu le cultivar prédominant en Colombie-Britannique en raison de ses superbes fruits, de la grande robustesse du plant, de sa rusticité ainsi que de sa résistance au stèle rouge, au blanc et aux virus. En 1984, la *Canadian Society for Horticultural Science* a décerné à Totem son prix du cultivar le plus exceptionnel. Daubeny (15) a présenté un autre cultivar amélioré, Tyee, en 1980 à la Station de recherches de Vancouver. En plus de travailler à l'amélioration des variétés, Daubeny a collaboré avec les virologistes afin de

déterminer comment il serait possible d'incorporer aux fraisiers des gènes de tolérance à des viroses complexes.

Au cours de la même période, à Beaverlodge, R.E. Harris a entrepris de mettre au point un fraisier rustique à gros fruits susceptible de remplacer Senator Dunlap, un cultivar de rusticité moyenne aux fruits assez tendres. En 1957, il a croisé Glenheart à Cheyenne et 7 ans plus tard a obtenu Protem (31), un cultivar plus rustique que Dunlap portant des fruits fermes de haute qualité. Depuis, Protem est devenu la norme dans le district de la Rivière-de-la-Paix et est cultivé à la grandeur des provinces des Prairies.

À Kentville, D.L. Craig a introduit un certain nombre de fraisiers acclimatés aux Maritimes. Le cultivar qui a remporté le succès le plus éclatant a sans doute été son dernier, Kent, dont le rendement a atteint la marque record de 40 t/ha. Craig a eu son mot à dire dans l'élaboration d'un programme de certification destiné à fournir aux producteurs des Maritimes des fraisiers indemnes de viroses, comme en Ontario et en Colombie-Britannique.

Après Saunders, c'est à A.W.S. Hunter et à L.P.S. Spangelo à Ottawa ainsi qu'à H.A. Daubeny à Agassiz et à Vancouver, qu'on doit les principaux progrès réalisés dans l'amélioration du framboisier. Hunter, puis Spangelo, se sont surtout efforcés de développer des variétés résistantes aux virus et aux maladies cryptogamiques. Certains cultivars homologués à Ottawa, comme Madawaska, semblaient résister à la mosaïque et tous les cultivars sauf Ottawa résistaient au blanc. Comme ce fut le cas pour des fraisiers, Daubeny a contribué à la fois à améliorer les cultivars et à accroître nos connaissances sur la façon dont le framboisier résiste aux parasites. Aujourd'hui, il tente (16) d'incorporer la résistance aux maladies et aux insectes de l'espèce indigène d'Amérique du Nord, *Rubus strigoses*, au framboisier cultivé, *R. idaeus*. Il a également sélectionné des plants qui réduisent le temps nécessaire à la maturation des fruits et, dans sa recherche de cultivars adaptés à la récolte mécanique, a obtenu des baies qui se libèrent facilement de leur réceptable. En 1973, Daubeny a homologué Haida et cinq ans plus tard, Chilcotin, Skeena et Nootka, autant de cultivars caractérisés par d'excellentes propriétés fruitières, moins d'épines, une résistance aux maladies des ronces et des fruits et une récolte abondante. Le programme de Daubeny a permis d'accroître la production de framboises en Colombie-Britannique et bientôt, d'autres cultivars devraient venir diversifier ce secteur.

Deux fruits plus rares méritent d'être mentionnés. Les habitants des prairies canadiennes attendent impatiemment l'été pour récolter les fruits de l'amélanchier. Ce fruit n'est pas véritablement une baie, mais une drupe comme la pomme. Il permet de réaliser des desserts délicieux et des tartes savoureuses. Pendant de nombreuses années, R.E. Harris a recueilli les graines des plus gros fruits qu'il a pu trouver à Beaverlodge, les a plantées puis a sélectionné les arbustes qui portaient les plus gros fruits. Il est ainsi parvenu à développer des cultivars qui servent maintenant de souche parentale dans les vergers commerciaux. Harris a testé les fruits en collaboration avec le laboratoire de transformation de Summerland et a découvert qu'ils donnaient un produit attrayant en conserve ou congelé. On pouvait en tirer un vin et un jus de belle couleur. Grâce aux efforts de Harris, il est donc possible que le

fruit de l'amélanchier devienne une culture commercialement rentable et fasse éventuellement partie du régime canadien.

Le kiwi est un fruit entièrement nouveau sur la scène canadienne. En 1976, Henri Bailley, un jardinier de la péninsule de Saanich, a remarqué que le climat et le sol de cette région de la Colombie-Britannique ressemblaient à ceux de sa France natale où l'on cultive le kiwi avec beaucoup de succès. Bailley a trouvé encourageant le fait que certains jardiniers de Victoria cultivaient l'arbuste comme plante ornementale. Il a obtenu quelques spécimens à partir de semences et les a donnés à la Station de recherches de Saanichton.

Introduit en Nouvelle-Zélande en 1906 (57) et en Californie en 1935, le kiwi est originaire de Chine. D'abord appelé «oie» puis groseillier de Chine, il devait par la suite recevoir le nom d'un autre oiseau, celui-là de Nouvelle-Zélande, le kiwi. Le kiwi ressemble à une groseille géante dont la chair vert clair, tendre, attrayante et entièrement comestible est protégée par une peau brune et soyeuse. Son goût se situe à mi-chemin entre celui de la fraise et celui de la groseille. Le nom botanique du kiwi est *Actinidia achinensis* et l'espèce a sa place entre les familles du kolatier et du théier. Le fruit est habituellement consommé à l'état frais, mais il est également délicieux sous forme de confiture ou de compote. Sa teneur en vitamine C dépasse de plusieurs fois celle de l'orange. Avec sa faible acidité, il donne donc un excellent jus pour le déjeuner. Quand on le réfrigère immédiatement après l'avoir cueilli, le kiwi se conserve jusque pendant six mois sans perte de qualité.

Comme les plants semés à Saanichton en 1976 ressemblaient à une vigne, on les a élagués et tuteurés de la même façon. Le fruit de la vigne pousse sur le nouveau bois. Quand chaque rameau atteint la taille désirée, tout le bois d'un an est supprimé sauf quelques bourgeons. Lorsqu'on a appliqué cette méthode au kiwi, l'arbuste n'a donné ni fleurs ni fruits. Au terme de plusieurs hivers, après que les plants ont survécu à des températures aussi basses que –12 °C, on a appris que les fleurs et les fruits poussaient sur le bois d'un an et que l'espèce était dioïque (les sexes sont séparés). La plupart des plants issus des graines de Bailley étaient mâles et ne produisaient aucun fruit. J.M. Molnar, directeur de la station de recherches, a donc importé des cultivars homologués de Californie et de Nouvelle-Zélande. Les plants importés ont commencé à donner des fruits en 1984, mais ceux-ci n'étaient pas meilleurs que les fruits des arbustes implantés depuis plus longtemps à la station.

Dans l'entrefaite, Bailley a déménagé à Halifax, en Nouvelle-Écosse. Toujours intéressé par le kiwi, il a persuadé le directeur de la station de Kentville, G.M. Weaver, à le cultiver. Des arbustes ont donc été mis en terre et un producteur a accepté de participer aux recherches en cédant une partie de sa serre de plastique, bien protégée des rigueurs de l'hiver. Il est encore trop tôt pour faire des prévisions sur la culture du kiwi sous le climat plus froid de la vallée d'Annapolis, mais les débuts semblent prometteurs.

On a montré à Saanichton que le kiwi pouvait être cultivé dans le sud de l'Île Vancouver. La prochaine étape consistera à déterminer si le fruit peut acquérir une importance économique. Molnar voit venir le jour où les terres infestées par

le nématode doré et sur lesquelles la production des pommes de terre et des tomates est impossible porteront des plants de kiwi.

PLANTES ORNEMENTALES

Embellir les jardins canadiens a toujours été un objectif des fermes expérimentales. William Saunders, lorsqu'il était encore pharmacien à London (Ontario), s'était monté une collection de variétés homologuées et produisait des boutures de diverses espèces ornementales ou fruitières comme les groseilliers, les framboisiers et les arbres fruitiers. Il a amené avec lui un grand nombre de ces variétés et semis à Ottawa peu après 1886 où il les a repiqué, multiplié et distribué aux quatre autres fermes expérimentales afin qu'ils puissent être testés sous le climat des Maritimes, des grandes plaines et de la Colombie-Britannique.

Les cinq fermes ont tiré une grande fierté de leurs essais de haies (certaines de ces dernières subsistent encore) ainsi que des fleurs et des arbustes qu'elles ont introduits d'un peu partout dans le monde. Aménagé avec goût, le terrain sur lequel les fermes étaient situées est devenu vite un endroit d'élection pour les gens de la région et les touristes désireux de se délasser ou de célébrer un événement spécial. Cette tradition d'hospitalité est perpétuée à la Ferme expérimentale centrale ainsi que dans un grand nombre de stations qui se sont transformées en véritables oasis au coeur des villes trépidantes d'activité ou des paysages monotones des prairies.

Lis

La première personne à s'intéresser à l'amélioration des plantes ornementales aux fermes expérimentales a été Isabella Preston. Née à Lancaster, (Angleterre) en 1881, celle-ci a émigré au Canada en 1912 après avoir obtenu un diplôme d'un collège horticole du comté de Kent. D'abord chargée d'une étude spéciale sur l'amélioration végétale au collège agricole de Guelph (Ontario), entre 1912 et 1920, Preston a croisé divers légumes, fruits et plantes à fleurs, y compris des lis, et a accédé à la renommée internationale en présentant la variété George C. Creelmand de *Lilium princeps*.

En 1920, Preston a rejoint le personnel de la Division de l'horticulture à la Ferme expérimentale centrale où elle a poursuivi ses études sur le lis sous la direction de l'horticulteur du Dominion, W.T. Macoun. Parmi les nombreux cultivars rustiques issus de ces croisements se trouve le groupe dit des sténographes, chaque cultivar ayant reçu le nom d'une des sept sténographes de la Ferme expérimentale centrale. Les cultivars de cette série étaient particulièrement rustiques (11) et leurs fleurs rouge foncé ou orange tournées à angle droit ou vers le ciel constituaient une nouveauté. Ces cultivars dérivent d'un croisement entre *Lilium davidii* var. *willmottiae* et des semis de *L. dauricum* réalisé en 1929. Chaque cultivar se multipliait aisément à partir de bulbilles et d'écailles. Cinq d'entre eux ont remporté un trophée de la *Royal Horticultural Society* de Londres ou de la *Massachusetts Horticultural Society* de Boston et furent largement commercialisées.

R.C. Palmer, régisseur de la station de Summerland, et W.R. Leslie, régisseur de la station de Morden ont également croisé des lis aux fermes expérimentales. Tous deux ont ainsi obtenu des cultivars acclimatés à leur propre région.

Rosiers

On cultive le rosier au Canada depuis plus de 300 ans (78), les premières variétés ayant été importées de France. Ce n'est toutefois qu'au cours du siècle dernier qu'on parvient à développer des cultivars assez rustiques pour résister à la rigueur extrême du climat canadien. Beaucoup d'introductions des autres pays étaient soit du type hybride de thé, soit du type floribunda et devaient être protégées en hiver dans toutes les régions du Canada sauf la côte de la Colombie-Britannique et le sud-ouest de l'Ontario où le climat est plus tempéré. Au-delà de 150 cultivars ont été introduits par les améliorateurs canadiens depuis les années 1890 et les trois quarts d'entre eux sont rustiques.

W. Saunders a été le premier à réaliser des expériences sur le rosier aux fermes expérimentales. En 1900, il a présenté Agnes, un hybride *Rosa rugosa* × *R.foetida* 'Persiana' qu'on a pu se procurer sur le marché dès 1922. Ce cultivar est encore en vente aujourd'hui. Agnes est très rustique et porte des fleurs doubles de couleur ambre pâle, ouvertes, au parfum délicat. Le cultivar n'est pas remontant. L'année suivante, Saunders a développé Grace, un croisement entre *R. rugosa* et *R. harisonii* qu'il est impossible de trouver aujourd'hui.

Plusieurs cultivars ont également été introduits par Isabella Preston à la Division de l'horticulture. Mentionnons ainsi Cree, un hybride de *R. rugosa* et *R. spinosissima hispida*, en 1931; Conestoga, une variété issue de l'espèce indigène *R. blanda*, en 1946 et Érié, issue d'un croisement complexe, la même année. Plus tard, à Morden (Manitoba), H.F. Harp a homologué Prairie Sailor, Prairie Wren et Prairie Maid. Prairie Youth a été développé par W. Godfrey entre 1946 et 1959. Les quatre cultivars de Morden dérivaient de croisements complexes entre *R. rugosa*, *R. altaica* et un hybride de thé. En 1953, la Station expérimentale de Melfort, en Saskatchewan, a développé Cumberland, un cultivar rustique dont l'ascendance est inconnue. H. Marshall, d'abord à la Ferme expérimentale de Brandon puis à celle de Morden, a développé trois cultivars de floribunda que Svejda (78) estimait être particulièrement rustiques, soit Assiniboine (1962), Cuthbert Grant (1967) et Adelaide Hoodless (1975).

En 1961, Felicitas Svejda a relancé le programme visant à développer des variétés de rosiers à floraison prolongée entièrement rustiques à la Station de recherches d'Ottawa. Elle s'est également mise en quête de cultivars susceptibles de résister à la tache noire et au blanc, tout en ayant des caractéristiques florifères et arbustives (79) assez intéressantes pour servir de plante ornementale. Svejda craignait de combiner la floraison continue à la rusticité. En effet, la rusticité est liée à la maturation du bois au début de l'été alors que la floraison continue dépend de la production de nouveau bois qui portera les fleurs. Un examen des cultivars existants a toutefois révélé que certains cultivars combinaient les deux caractères ce qui a encouragé Svejda à poursuivre ses recherches.

Pendant 8 ans, Felicitas Svejda a utilisé les cultivars d'espèces diploïdes (deux ensembles de chromosomes) comme souches parentales. Finalement, en 1968, elle a produit un cultivar robuste, rustique et résistant aux maladies qui portait en permanence des fleurs roses et parfumées, Martin Frobisher, la première d'une série de rosiers honorant les explorateurs canadiens. Quatre autres cultivars diploïdes ont été homologués entre 1976 et 1982 dans cette série. Ces rosiers rustiques à port arbustif fleurissaient de façon continue pendant 9 à 14 semaines et résistaient aux maladies.

Au cours de ses recherches, Svejda avait découvert des descendants rustiques d'hybrides tétraploïdes (quatre ensembles de chromosomes identiques). Quelques plants étaient stériles, mais pas tous. Elle a donc abandonné ses travaux avec les variétés diploïdes pour se concentrer sur les nouveaux cultivars tétraploïdes et a pris plusieurs espèces comme lignée parentale (descendants autotétraploïdes du cultivar diploïde Max Graf, un hybride de *R. rugosa* × *R. wichuraiana* et *R. kordesii*). En 1977, elle a enregistré John Cabot, un nouvel hybride rustique et résistant aux
292 maladies issu de *R. kordesii*. Ce rosier grimpant aux robustes branches retombantes porte une profusion de bouquets de 7 à 10 fleurs rouge moyen, légèrement parfumées. William Baffin, homologué en 1983, était également un hybride de *R. kordesii* aux corymbes fournis mais aux fleurs moins parfumées. Champlain, également issu du programme d'amélioration des cultivars tétraploïdes, est un rosier arbustif qui fleurit tout l'été et l'automne.

La recherche assidue de Svejda pour des rosiers arbustifs ou grimpants à floraison continue, rustiques et résistants aux maladies, a donné des jardins et des parcs canadiens de grande beauté pendant les mois d'été et d'automne. Elle espère maintenant ajouter à ces caractéristiques un feuillage coloré en automne et des cynorrhodons (capsules de graines) qui embelliront encore plus l'arbuste et nourriront les oiseaux en hiver.

Lilas

Le lilas commun, *Syringa vulgaris*, est une espèce sur laquelle on ne peut guère compter dans de nombreuses parties du Canada car les bourgeons floraux et les fleurs sont souvent victimes des gelées tardives au printemps. Dans l'espoir d'obtenir des cultivars pouvant être cultivés dans les régions difficiles, Preston a été la première à croiser deux cultivars rustiques à floraison tardive, *S. villosa* et *S. reflexa*, en 1920. Elle en a tiré un grand nombre de plants robustes qui attirèrent l'attention internationale. En son honneur, la nouvelle espèce a reçu le nom de *Syringa prestoniae*. Cette dernière et d'autres croisements réalisés par Preston ont produit des cultivars qui ont remporté plusieurs trophées de la *Royal Horticultural Society*. En tout, Preston a nommé 52 cultivars du lilas bien acclimatés au Canada. Un grand nombre ont été commercialisés et vendus un peu partout dans le monde. Donald Wyman, horticulteur à l'arboretum Arnold de Boston, en a cultivé plus de 40 dans les années 1950. Six années d'essais comparatifs avec les cultivars d'autres améliorateurs ont débouché sur la recommandation de 11 cultivars pour la région de Boston. Le comportement de ces

cultivars au cours des dix années et plus qui ont suivi les essais officiels (86) devait prouver la véracité des cotes attribuées par Wyman. En 1972, la Station de recherches d'Ottawa a reçu le Prix du président de l'*International Lilac Society* pour les cultivars de *Syringa* qui y avaient été développés ainsi que pour avoir sensibilisé le public à la beauté et à la culture du lilas. La société a également remis un trophée pour contribution exceptionnelle à A.R. Buckley, conservateur émérite de l'arboretum du Dominion, à la Ferme expérimentale centrale à Ottawa, en reconnaissance des 35 années qu'il a consacrées à encourager la culture du lilas.

Rhododendrons

Évangéline, un rhododendron développé à Kentville, a été la première plante à être mise en terre à l'inauguration du nouveau jardin de rhododendrons de Montréal en 1976. Cet honneur marquait l'aboutissement du programme d'amélioration de 25 ans entrepris à la station de Kentville. Les membres hybrides de rhododendron ont été plantés en 1919 à Kentville par W.S. Blair qui cherchait des cultivars adaptés aux jardins des Maritimes. En 1952, D.L. Craig a étendu les essais variétaux en recueillant 80 espèces et 150 variétés différentes un peu partout dans le monde. Vingt-sept spécimens, allant de l'espèce naine des jardins de rocaille aux rhododendrons et aux azalées traditionnels aux couleurs vives, se sont révélés à la fois utilisables et splendides dans la région de l'Atlantique. Il a amorçé également un programme d'amélioration en croisant plusieurs espèces de *Rhododendron* de manière à obtenir des cultivars compactes et rustiques, à floraison abondante dont fait partie Évangéline. Au bout de 9 ans, certaines sélections du croisement *R. catawbiense compactum* × *R. williamsianum* ne dépassaient pas 0,76 m de hauteur et de diamètre, les grappes lâches de fleurs en forme de cloche couronnant le feuillage.

À Saanichton, en Colombie-Britannique, J.H. Crossley a introduit des rhododendrons nains en pots en traitant le sol avec des inhibiteurs de croissance. Ensuite forcés dans une serre froide, 10 jours plus tard, les plants ont donné des fleurs d'un diamètre de 0,5 cm inférieur à celui des fleurs de plants non traités. Au cours des trois années suivantes, les plants traités n'avaient atteint que la moitié de leur hauteur normale, même après avoir été rempotés dans du sol ordinaire.

Pommetiers roses

Il existe relativement peu d'arbres et d'arbustes à fleurs rustiques capables de survivre dans les régions plus froides du Canada. Ceux à feuillage pourpre comme certaines espèces des genres *Prunus* (prunier) et *Fagus* (hêtre) ne sont rustiques ni à Ottawa, ni dans les endroits plus froids du pays. Preston estimait que le Canada avait besoin d'arbres rustiques à feuillage coloré et à fleurs attrayantes. En 1920, elle a donc croisé (64) *Malus pumila* «Niedzwetzkyana» avec *M. baccata*. La première espèce a un feuillage pourpre, des fleurs rose

foncé et des pommes de taille moyenne brun rougeâtre foncé ou pourprées. Toutefois elle n'est pas vraiment rustique et l'arbre n'a pas une très belle forme. La seconde espèce parentale donne un gros arbre arrondi au feuillage vert et des fleurs blanches à profusion. Elle est également très rustique.

Preston a effectué un grand nombre de pollinisations à la main entre ces deux espèces. Malheureusement, les arbres poussaient sur une pelouse au vu et au su du public et les grosses pommes brun rougeâtre étaient trop belles pour qu'on leur résiste. Tous les fruits issus de la pollinisation laborieuse du chercheur ont donc disparu sauf quatre situés dans la cime des *Pumilus*. Preston a religieusement recueilli les fruits rescapés, y compris quelques autres obtenus par pollinisation naturelle. D'après l'arbre, les fleurs et les fruits nés des graines obtenues par pollinisation naturelle, Preston estimait qu'il s'agissait d'un croisement avec un hybride de *M. baccata* poussant à proximité.

Plus de 100 semis ont été cultivés, les plants au feuillage vert étant éliminés au bout de cinq ans. En 1932, Preston a sélectionné et nommé 15 arbustes
294 d'après les lacs canadiens. Toutes les variétés portaient de jolies fleurs et un grand nombre d'entre elles, des feuilles et des fruits de couleur. W.T. Macou., l'horticulteur du Dominion, a appelé cette série celle des pommetiers roses.

Chrysanthèmes

Le chrysanthème est l'une des vivaces les plus populaires dans les jardins canadiens. Plusieurs variétés sont rustiques et ont l'avantage de se multiplier et de se cultiver facilement. Les horticulteurs à Lethbridge, à Beaverlodge, à Morden, à Brandon et à Ottawa ont développé des dizaines de cultivars acclimatés à leur région. La plus grosse exposition de chrysanthèmes de la Direction générale de la recherche a lieu chaque année en novembre depuis 1912 dans les serres principales de la Ferme expérimentale centrale. Disposés de façon artistique, les 2 000 plants de plus de 100 cultivars sont présentés au public pendant deux semaines. En plus de son intérêt intrinsèque, l'exposition s'insère dans un programme d'amélioration axé sur la création de cultivars de serre susceptibles de tolérer une faible température (inférieure à 18 °C) cela afin de conserver l'énergie.

CULTURES SECONDAIRES

Quelques cultures secondaires, produites à relativement petite échelle au Canada, présentent un grand intérêt pour les agriculteurs dont l'entreprise a profité de la recherche sur les productions végétales.

Lin et chanvre

Lorsque la Division de la production économique des textiles a vu le jour en 1918 avec à sa tête R.J. Hutchinson (G.G. Bramhill n'y est demeuré que la première année), on a entrepris des essais variétaux sur le lin à Charlottetown, à Nappan et à Kapuskasing ainsi que des essais sur le chanvre dans les provinces

des Prairies. Après la Première Guerre mondiale, la culture du lin a baissé à environ 400 ha après quoi elle a remonté lentement la pente jusqu'à atteindre 4 000 hectares en 1939. Au cours de la Seconde Guerre mondiale, la culture du lin est parvenu à un sommet de 20 000 ha en 1942 avant de retomber rapidement à 3 500 ha en 1947. Le lin ne devait jamais se relever de l'avènement des fibres synthétiques.

On a produit une certaine quantité de chanvre pour sa fibre au Canada jusqu'à ce que cette culture soit interdite en 1938 par la Loi sur les stupéfiants. Les expériences sur les variétés, le taux et la date d'ensemencement, les engrais et le rouissage ont repris au cours de la Seconde Guerre mondiale jusqu'en 1944 lorsque les approvisionnements de filasse à cordage ont commencé à s'améliorer. En 1977, une petite parcelle de variétés de *Cannabis* a été cultivée à la Ferme expérimentale centrale sous la surveillance de la Gendarmerie royale à l'intention des scientifiques qui poursuivaient des recherches au ministère de la Santé nationale et du Bien-être social.

La Division des céréales avait entrepris des essais d'amélioration du lin avant même que la Division de la production économique des textiles voie le jour. Ainsi, C.E. Saunders a homologué deux cultivars à fibre, Blanc et Damask, et un cultivar à graines, Diadem. Les travaux se sont poursuivis pour s'étendre à la Division des céréales, surtout lorsque des maladies comme la flétrissure, la rouille et le pasmo (causée par un champignon véhiculé par les graines et le sol) ont atteintes le stade épidémique vers 1945. Une grande partie des recherches sur les maladies ont été effectuées par W.E. Sackston au Laboratoire de phytopathologie de Winnipeg ainsi que par T.C. Vanterpool de l'Université de la Saskatchewan, à Saskatoon. Ces deux chercheurs devaient d'ailleurs contribuer de façon exceptionnelle au développement de cultivars résistants aux maladies.

Les travaux d'amélioration du lin entrepris par la Division des textiles ont débuté en 1930. Hutchinson a procédé à des centaines de sélections dans les champs de la région de De Beaujeu au Québec. Les plants à tige rigide et droite, mais pas trop longue, qui avaient un bon rendement grainier ont été amenés à Ottawa pour examen au microscope, dosage de la teneur en fibres de chaque faisceau vasculaire dans la tige ainsi que dénombrement et pesage des graines par capsule. On a ensuite gardé les semences des meilleurs plants en vue de la multiplication et d'une deuxième sélection. En collaboration avec la Division des céréales, deux nouveaux cultivars, Lira Prince et Stormont Cirrus, ont été multipliés jusqu'au stade de la semence de fondation en 1947 puis distribués aux producteurs grainiers.

D'autres recherches ont révélé qu'il y avait peu d'avantages économiques à appliquer de l'engrais à Ottawa, à Sainte-Anne-de-la-Pocatière ainsi qu'à un certain nombre de stations de démonstration dans les zones de culture du lin. Tel n'était toutefois pas le cas pour le désherbage chimique. En effet, les herbicides sélectifs avaient fait leur apparition en 1947 et quelques composés organiques se sont avérés efficaces pour combattre de façon sélective les mauvaises herbes dans les champs de lin. En 1945 s'est terminée la construction d'une usine expérimentale de textiles à Portage la Prairie, au Manitoba, et E.M. Mackey,

l'assistant de Hutchinson, a quitté Ottawa pour en assumer la direction. Ses travaux ont surtout porté sur l'amélioration du lin au Manitoba et la fabrication industrielle de papier et de carton avec la paille du lin à graines. J.C. Woodward a été le premier chimiste à travailler sur les lieux. Le lin a néanmoins vite été dépassé par les fibres synthétiques et la station de Portage la Prairie a réorienté son programme vers la culture maraîchère.

Lin à graines

La culture du lin à graines est une tradition dans les provinces des Prairies. En raison de sa haute qualité pour divers usages industriels comme la fabrication de peintures, de savons, de cuir d'imitation et de revêtement résistant au sel pour les surfaces en béton (43), cette culture a profité d'une assez bonne stabilité au Canada. Bien que la production soit passée d'un maximum de 1,4 million d'hectares en 1910 à un minimum de 0,2 million entre 1930 et 1950, elle a retrouvé sa vigueur d'antan depuis 1970. Maintenant, on lui réserve 0,6 million d'hectares.

À compter de 1959, les travaux d'amélioration sont tombés sous la responsabilité de la station de Morden, des études connexes étant poursuivies à Brandon et à Melfort. La principale propriété recherchée chez le lin à graines est le rendement; la teneur en huile et la qualité de cette dernière ne revêtent qu'une importance secondaire. La résistance aux maladies et une bonne précocité sont intégrées au rendement. Le premier cultivar à naître du programme de Morden, Dufferin, a été homologué par Kenaschuk (44) en 1975. Ce cultivar résiste aux trois principales races de rouille en plus d'avoir un rendement et une teneur en huile élevés, ce qui constituait une amélioration sur Redwood 65, le cultivar qui servait jusque là d'étalon. Le premier croisement a été réalisé en 1966. En 1980, Dufferin représentait plus de 30 p. 100 des champs de lin, d'où son impact considérable sur l'industrie. Deux autres cultivars améliorés ont été homologués en 1982 : McGregor et Norlin, suivis de NorMan en 1984. On s'attend à ce que ces cultivars supplantent Dufferin.

Les phytopathologistes J.A. Hoes et E.E. Zimmer à Morden, ont participé à l'homologation de cultivars résistants à la rouille en étroite collaboration avec les phytogénéticiens. Chez le lin, la résistance est dominante et résulte de l'expression de six gènes situés à des locus différents. Pour éliminer la maladie, Hoes et Zimmer (38) estiment qu'il faudra remplacer toutes les variétés sensibles par des cultivars résistants, sans compromis. En effet, tant qu'un seul plant sensible subsistera, de nouvelles races de rouille verront le jour par hybridation des races actuelles.

Les améliorateurs à Morden ont bien pris soin de ne pas homologuer des variétés à faible teneur en huile. En effet, les établissements de trituration ont observé une variation considérable dans la pression qu'il faut appliquer pour extraire l'huile des graines produites à divers endroits. Au cours de leurs travaux à Morden, Dedio et Dorrell (18) ont découvert que la teneur en eau des graines a une incidence capitale sur la proportion d'huile récupérée. Ainsi, on peut

extraire plus de la moitié de l'huile en l'espace de deux minutes lorsque les graines sont séchées jusqu'à une teneur en eau de 3 p. 100 alors que celles contenant 8 p. 100 d'eau ne rendront que 35 p. 100 de leur huile si on exerce une pression identique pendant le même laps de temps et 45 p. 100 au bout de 5 minutes.

À la même station, Gubbles (24) a illustré la remarquable capacité du lin à compenser une faible densité de peuplement par le tallage. Il a également découvert que les pertes dues à la verse après un vent violent ou une pluie abondante étaient réduites de moitié chez les plants aux ramifications plus nombreuses. Il en a conclu qu'un taux d'ensemencement élevé représente en fait un inconvénient.

Tabac

Les premiers plants de tabac cultivés aux fermes expérimentales l'ont été à la demande de l'honorable Auguste Réal Angers, ministre de l'Agriculture en 1893. À partir de ces expériences, J. Craig, chef de la Division de l'horticulture, a recommandé certaines variétés et des pratiques culturales améliorées pour l'est de l'Ontario et l'ouest du Québec. En 1906, le nouveau ministre de l'Agriculture, l'honorable S.A. Fisher et son sous-ministre, G.F. O'Halloran, ont reconnu les possibilités économiques de cette culture en examinant les données accumulées à Ottawa et ont instauré une direction distincte de celle des fermes expérimentales pour s'occuper du tabac. La nouvelle direction, dotée de trois fermes expérimentales, a été réintégrée en tant que division au sein du groupe des fermes expérimentales en 1912.

F. Charlan, le premier spécialiste du tabac du Ministère, qui devait par la suite devenir chef de la Division, a commencé par sélectionner des variétés américaines de tabac burley et de tabac à cigare en en comparant le rendement et la qualité suite à l'emploi de différents engrais. Le même genre de recherches fut entrepris à Harrow, en Ontario, ainsi qu'à Saint-Césaire et Saint-Jacques, au Québec. En 1935, au Laboratoire de phytopathologie de St. Catharines, L.W. Koch a découvert que le pourridié noir causé par le champignon *Thielaviopsis basicola* entraînait de véritables ravages dans les champs de tabac. L'année suivante, Koch et R.J. Haslam, également du laboratoire de St. Catharines, ont identifié d'autres maladies du tabac. À la suite de ces recherches, Koch devait se rendre à Harrow avec Haslam pour y établir un laboratoire de phytopathologie plus près des champs atteints. Comme aucune variété n'était résistante ni tolérante au pourridié noir, Haslam a mis sur pied un programme d'amélioration visant à en développer une. En 1948, ses recherches ont été couronnées de succès et il a homologué Delcrest, le premier cultivar canadien de tabac jaune. En 1951, Delcrest représentait 70 p. 100 de la superficie de tabac jaune, même si les variétés américaines ont continué de représenter 65 p. 100 de la production industrielle jusqu'en 1969. D'autres cultivars canadiens ont suivi et aujourd'hui, ceux-ci répondent à 95 p. 100 de nos besoins de tabac jaune.

À la station expérimentale de L'Assomption, les travaux d'amélioration sur le tabac à cigare ont débuté en 1964 avec deux objectifs : répondre aux besoins des producteurs par le développement d'un cultivar à haut rendement, séchant bien et résistant à la maladie et fournir à l'industrie un produit de qualité susceptible de bien se manutentionner et se vendre. Pour sonder la réaction des consommateurs à un nouveau cultivar de tabac à cigare, on a lancé en 1968 un programme d'évaluation auquel ont participé des fumeurs bénévoles. Toutes les deux semaines, 250 fumeurs canadiens et européens recevaient deux cigares qu'on leur demandait d'évaluer. Le programme a pris fin en 1982 face à la baisse de production considérable résultant du faible degré de rentabilité de cette culture. Certaines lignées issues des croisements réalisés en 1964 font actuellement l'objet d'essais de plein champ et pourraient être homologuées en vue de leur mise en marché en 1986.

La possibilité de cultiver le tabac jaune à l'Île-du-Prince-Édouard a été soulevée dès 1959. Face aux résultats encourageants des deux premières années, K.E. Lelacheur à la Station de recherches de Charlottetown, a commencé à étudier la culture en vue d'en exploiter le potentiel au maximum. Ses premiers travaux ont porté sur la détermination des besoins d'engrais du tabac, sur l'évaluation de nouveaux cultivars développés à la Station de recherches de Delhi, sur la répression chimique des nématodes et sur l'effet de différentes concentrations de zinc et de bore sur le rendement et la qualité.

En 1980, les essais variétaux ont permis la sélection de Islangold qui a été recommandé comme cultivar supérieur pour les Maritimes.

Les études récentes poursuivies par LeLacheur et W.J. Arsenault révèlent que le rendement et la qualité augmentent lorsque le tabac est écimé au moment du développement des bourgeons floraux et non à la première fleur ou à la pleine floraison comme recommandé auparavant. Grâce aux études sur l'utilisation des engrais azotés, on en est venu à recommander l'emploi d'une plus grande quantité d'ammoniaque et d'une quantité plus faible de nitrate pour augmenter le rendement.

Les quatre principaux établissements de recherches qui se consacrent au tabac ont sensiblement contribué à la viabilité économique de cette industrie. Les scientifiques ont diffusé des renseignements capitaux sur l'utilisation des engrais, la nécessité d'une rotation adéquate des cultures, la lutte contre les nématodes, les champignons, les virus et les mauvaises herbes ainsi que la composition chimique des feuilles de tabac. Bien que d'autres cultures comme le seigle, le maïs et le haricot soient cultivées en rotation avec lui sur les sols légers et sablonneux, le tabac continue d'être la principale culture monnayable et source de revenus. Toutefois, face aux risques pour la santé de plus en plus évidents du tabac et à la hausse des rendements, on a assisté à une réduction de la superficie nécessaire pour répondre à la demande canadienne et on a cherché d'autres cultures lucratives pour les sols sablonneux. En 1970, les chercheurs de Delhi ont songé à l'arachide. Cette espèce s'est révélée si prometteuse qu'en 1974, l'Université de Guelph a poursuivi les recherches à la station de Delhi pendant onze ans; ces recherches ont débouché sur la naissance d'une nouvelle industrie.

Grâce aux résultats expérimentaux obtenus par la Direction générale, les terres consacrées au tabac sont passées d'un peu plus de 2 000 ha en 1913 à 64 000 ha en 1960. Le maximum de 264 000 ha a été atteint en 1982.

Le Canada produit pratiquement tout le tabac dont il a besoin et exporte 20 p. 100 de sa production. On situe la valeur totale de cette culture à 250 $ millions.

L'AGRICULTURE DANS LE NORD

Le «Nord» prend diverses significations selon le point de vue où l'on se place. Il est beaucoup plus difficile de produire des cultures vivrières au nord du 55e parallèle dans l'est du Canada que dans l'ouest, où le climat est tempéré par le courant du Japon, dans l'océan Pacifique. Par «agriculture dans le Nord», on entend donc produire des aliments dans les régions subarctiques ou polaires. En raison des conditions climatiques particulières à ces régions, le sol reste froid et la saison de croissance est relativement brève. Toutefois, à mesure qu'on s'avance vers le nord les jours sont aussi de plus en plus longs en été.

Les missionnaires dépêchés dans les régions subarctiques, en particulier le long du Mackenzie, élevaient du bétail et cultivaient un jardin pour se nourrir. Avec l'amélioration des moyens de transport, il a été possible de se procurer des aliments de «l'extérieur». Un grand nombre d'agriculteurs et de jardiniers de ces régions ont donc consacré leur énergie à d'autres activités. Quand Saunders a mis sur pied les cinq premières fermes expérimentales, il a envoyé des semences et des plantes aux colons disséminés un peu partout au Canada, y compris dans le nord. En échange, ces derniers lui ont transmis des renseignements sur l'acclimatation des végétaux. Les premiers essais véritables ont débuté en 1905 avec la collaboration des services de la Gendarmerie royale du nord-ouest et visaient à déterminer le potentiel agricole du Yukon. Plusieurs graminées comme la fléole, le brome et l'agropyre à chaume rude ont donné de bons résultats, tout comme l'orge, l'avoine et la pomme de terre.

La première station permanente du nord a été inaugurée par F.S. Lawrence à Fort Vermilion en 1907 (voir chapitre 4). W.D. Albright a fondé la station de Beaverlodge en 1915. La même année, des parcelles expérimentales ont été aménagées à Fort Smith et à Fort Resolution, dans les Territoires du Nord-Ouest ainsi qu'à Grouard, près du Petit lac de l'Esclave, en Alberta. Un grand nombre de cultures sont parvenues à maturité, bien que certains semis n'ont pu être terminés avant le 30 mai. Aucune autre station n'a vu le jour avant la fin de la Seconde Guerre mondiale lorsqu'on a établi les fermes de Mile 1019 au Yukon, Fort Simpson dans le district du Mackenzie et Fort Chimo dans le nord du Québec. Chaque station a cultivé des parcelles en été, la plus au nord étant située à Inuvik, à l'embouchure du Mackenzie en bordure de l'océan Arctique. Pendant les quelque 25 années où les chercheurs ont étudié les cultures vivrières dans le climat polaire (les stations ont fermé leurs portes vers 1970), on a recueilli de nombreux renseignements sur l'agriculture et le maraîchage dans les régions subarctiques et polaires. R.E. Harris et ses collègues (33) ont déterminé que les

besoins de croissance des cultures soumises à une saison froide étaient un minimum de 80 jours sans gel, une période végétative de 110 jours à une température quotidienne moyenne d'au moins 5,6 °C, l'accumulation de 1 000 degrés-jours et des précipitations suffisantes. Il est possible de réduire légèrement ces exigences dans les endroits les plus au nord, où l'ensoleillement quotidien est plus long, ainsi que dans les régions où l'on se sert d'abris et de bâches en plastique. En règle générale, l'emploi d'engrais azotés et phosphoriques est également nécessaire.

Toutes les espèces qui s'accommodent d'un climat frais comme le fraisier, la pomme de terre, le chou, la carotte et la laitue peuvent y être cultivés avec succès. Les céréales précoces comme l'orge et, dans certains endroits, le seigle et le blé d'hiver y survivent. Par contre, aucune variété existante de blé de printemps ne parvient à maturité avant les premières gelées d'automne. Un grand nombre de graminées cultivées donnent un rendement satisfaisant dans le nord, mais comme la saison de paissance ne s'étend que du début de juin à la fin de septembre, il faut récolter assez de foin pour nourrir les animaux pendant les huit mois d'hiver. On parvient à accroître la production de foin aux endroits où les légumineuses comme la luzerne et le mélilot survivent. À Miles 1019, on a élevé des bovins de boucherie à l'extérieur pendant 17 ans en recourant à des abris, mais les animaux devaient être nourris d'octobre à mai. Bien qu'une exploitation laitière ait fonctionné pendant 50 ans au Yukon, la concurrence du lait en conserve, du lait en poudre et du lait stérilisé rend cette activité prohibitive. Par ailleurs, l'élevage des porcs et de la volaille nécessite un apport de chaleur supplémentaire et la production de ce type de viande en climat polaire n'entraîne que des bénéfices marginaux.

En 1909, Saunders a demandé à F. Moberley de cultiver des céréales et des légumes sur sa propriété de Whitefish River, près du lac Abitibi au Québec. Moberley a été vivement désappointé des résultats obtenus la première année, car la période végétative avait été tardive et froide. Les années suivantes ont toutefois été plus encourageantes. En 1916, des stations expérimentales ont été inaugurées à Kapuskasing, en Ontario par J.P.S. Ballantyne et à La Ferme, au Québec, par P. Fortier dans l'espoir de faciliter l'exploitation de 20 millions d'hectares qui s'étendent du nord-est de l'Ontario au nord-ouest du Québec. Ces stations ont vu le jour en réponse à l'expansion de l'agriculture qui a suivi l'achèvement du chemin de fer transcontinental en 1913. Les recherches sur le sol, les engrais, toutes sortes de cultures et le bétail qu'on y a poursuivies ont répondu à un grand nombre de questions des cultivateurs qui se battaient pour survivre dans ces régions. La collectivité rurale a progressivement augmenté jusqu'au début des années 1930 après quoi elle s'est mise à régresser avec l'abandon des fermes.

La dernière station nordique à ouvrir ses portes a été celle de Fort Chimo, au Québec, près de la côte de la baie Ungava en 1956. Dix années de recherches agronomiques ont cependant révélé que la saison de croissance était trop brève pour permettre le développement d'une agriculture commerciale. R.I. Hamilton et H. Gasser ont montré qu'il était possible de cultiver des légumes de saison

froide en se servant de mini-tunnels ou de paillis en plastique pour retenir et accumuler la chaleur et en fournissant aux plantes les éléments nutritifs dont elles ont besoin. La culture maraîchère à Fort Chimo était toutefois très restreinte sur le plan pratique et la station a fermé ses portes en 1965.

La production des cultures vivrières dans les régions arctiques et subarctiques du Canada est limitée. Les premiers colons et les chercheurs ont identifié les plantes et les animaux qui pouvaient y vivre et ont appris de nombreuses techniques pour améliorer la production. Peut-être verra-t-on un jour la nécessité de produire des aliments dans des conditions climatiques aussi rigoureuses. Pour l'instant toutefois, les régions plus au sud offrent de plus grandes possibilités.

Bibliographie

1. Anderson, J.A.; Morrison, J.W., 1967. Canadian wheat research. *In* Proc. Can. Cent. Wheat Symp. 31–43. Modern Press, Saskatoon (Saskatchewan).
2. Andrews, J.W.; Grant, M.N., 1962. Note on Winalta winter wheat. Can. J. Plant Sci. 42:206–207.
3. Archibald, E.S., 1949. The story of Canadian wheat. Hilgendorf Memorial Address, 23 p.
4. Bishop, C.J., 1954. Mutations in apples induced by X-radiation. J. Hered. 45:99–104.
5. Bishop, C.J.; Aalders, L.E., 1955. A comparison of the morphological effects of thermal neutron and X irradiation of apple scions. AM. J. Bot. 42:618–623.
6. Boulter, G.S., 1983. The history and marketing of rapeseed oil in Canada. *In* Kramer, John K.G.; Sauer, Frank D.; Pigden, Wallace J. High and low erucic acid rapeseed oils. Academic Press, Canada, 582 p.
7. Bourdon, Mary B., 1984. Station de recherches de Charlottetown 1909–1984. Agric. Can. Sér. hist. 19, 82 p.
8. Buller, A.H. Reginald, 1919. Essays on wheat. Macmillan Co., N.Y. 339 p.
9. Buttery, B.R., 1970. Effects of variation in leaf area index on growth of maize and soybeans. Crop Sci. 10:9–13.
10. Buzzell, R.I.; Anderson, T.R., 1982. Plant loss of soybean cultivars to *Phytophthora megasperma* f.sp. *glycinea*. Plant Dis. Rep. 66:1146–1148.
11. Cameron, D.F., 1949. Ornamental plant breeding. Pages 139–153 *in* Div. Hort. Prog. Rep. 1934–1948.
12. Chubey, B.B.; Walkof, C., 1968. A rapid, non-destructive method for estimating chipping quality of potatoes. Can. J. Plant Sci. 48:636–637.
13. Cowan, P.R., 1952. The development of barley varieties in Canada. Agric. Inst. Rev. 7(Mar.)23–24.
14. Crawford, H.G.; Spencer, J.G. (non daté). The control of the European corn borer. Crop Prot. Leafl. 16. Agric. Can., Ottawa, 3 p.
15. Daubeny, Hugh A., 1980. Tyee strawberry. Can. J. Plant Sci. 60:743–746.
16. Daubeny, Hugh A., 1980. Red raspberry cultivar development in British Columbia with special reference to pest response and germplasm exploitation. Acta Hortic. 112:59–67.
17. Daubeny, Hugh A., 1979. The strawberry cultivars of the Pacific Northwest. Fruit Var. J. 33:44–45.
18. Dedio, W.; Dorrell, D.G., 1977. Factors affecting the pressure extraction of oil from flaxseed. J. Am. Oil Chem. Soc. 54:313–315.
19. Downey, R.K., 1983. The origin and description of *Brassica* oilseed crops. *In* Kramer, John K.G.; Sauer, Frank D.; Pigden, Wallace J. High and low erucic acid rapeseed oils. Academic Press, Canada, 582 p.
20. Freeman, J.A., 1957. The Agassiz strawberry. Fruit Var. Hortic. Dig., Am. Pom. Soc. 11:45.
21. Fulcher, R.G.; Wood, P.J.; Yiu, S.H., 1984. Insights into food carbohydrates through fluorescence microscopy. Food Technol. 38(1):101–106.
22. Gridgeman, N.T., 1979. Biological sciences at the National Research Council of Canada: The early years to 1952. Wilfrid Laurier University Press, Canada, 153 p.
23. Grisdale, J.H.; Shutt, F.T.; Fletcher, J., 1904. Alfalfa or lucern: Its culture, use and value. Agric. Can., Bull. nº 46, 19 p.

24. Gubbles, G.H., 1978. Interaction of cultivar and seeding rate on various agronomic characteristics of flax. Can. J. Plant Sci. 58:303-309.
25. Haas, J.H.; Buzzell, R.I., 1976. New races 5 and 6 of *Phytophthora magasperma* var. *sojae* and differential reactions of soybean cultivars for races 1 to 6. Phytopathology 66:1361–1362.
26. Hamilton, D.G. 1951. Culm, crown and root development in oats as related to lodging. Sci. Agric. 31:286–315.
27. Hamilton, D.G.; Clark, R.V.; Hannah, A.E.; Loiselle, R., 1960. Reaction of barley varieties and selections to root rot and seeding blight incited by *Helminthosporium sativum* P.K. and B. Can. J. Plant Sci. 40:713–720.
28. Hamilton, D.G.; Keegan, R.; Lods, W.A., 1955. Barley in eastern Canada. Barley Improvement Institute, Winnipeg, Bull. 4, 30 p.
29. Hamilton, R.I., 1980. Corn and sorghum in Canada, 1985 and 1990. *In* Prairie production symposium, Advisory Committee to the Canadian Wheat Board, University of Saskatchewan, Saskatoon.
30. Hann, M.R.; Cooke, D.A.; Goplen, B.P., 1970. Melrose sainfoin. Can. J. Plant Sci. 50:750–751.
31. Harris, R.E., 1965. Protem strawberry. Can. J. Plant Sci. 45:299.
32. Harris, R.E.; Knowles, R.H., 1976. Three new early apples for northwestern Canada: Cultivars Noret, Norcue, and Norhey. Can. J. Plant Sci. 56:997–998.
33. Harris, Robert E.; Carder, Alfred C.; Pringle, William L.; Hoyt, Paul B.; Faris, Donald G.; Pankiw, Peter, 1972. Farming potential of the Canadian northwest. Agric. Can. pub. 1466, 26 p.
34. Hayes, Herbert Kendall, 1963. A professor's story of hybrid corn. Burgess Publishing Co., Minneapolis, 237 p.
35. Hobbs, E.H.; Mundel, H.-H., 1983. Water requirements of irrigated soybeans in southern Alberta. Can. J. Plant Sci. 63:855–860.
36. Hobbs, G.A., 1957. Alfalfa and red clover as sources of nectar and pollen for honey, bumble, and leaf-cutter bees (*Hymenoptera: Apoidea*). Can. Entomol. 89:230–235.
37. Hobbs, G.A.; Lilly, C.E., 1954. Ecology of species of *Megachile* Latreille in the mixed prairie region of southern Alberta with special reference to pollination of alfalfa. Ecology 35:453–462.
38. Hoes, J.A.; Zimmer, D.E., 1976. Ne North American races of flax rust. Probable products of natural hybridization. Plant Dis. Rep. 60:1010–1013.
39. Hyde, R.B.; Shewfelt, A.L. 1960. Measurement of chipping qualities in Manitoba-grown potatoes. Can. J. Plant Sci. 40:607–610.
40. Irvine, R.B.; Lawrence, T., 1982. Heinrichs alfalfa. Can. J. Plant Sci. 62:805–808.
41. Johnston, A.; Smoliak, S.; Hironaka, R.; Hanna, M.R., 1971. Oxley cicer milkvetch. Can. J. Plant Sci. 51:428–429.
42. Kaufmann, M.L., 1971. The random method of oat breeding for productivity. Can. J. Plant Sci. 51:13–16.
43. Kenaschuk, E.O., 1975. Flax breeding and genetics. *In* Oilseed and pulse crops in western Canada. Western Cooperative Fertilizers, Calgary, 703 p.
44. Kenaschuk, E.O., 1977. Dufferin flax. Can. J. Plant Sci. 57:977–978.
45. Knowles, R.P., 1943. The role of insects, weather conditions, and plant character in seed setting of alfalfa. Sci. Agric. 24:29–50.
46. Knowles, R.P.; White, W.J., 1949. The performance of southern strains of bromegrass in western Canada. Sci. Agric. 29:437–450.

47. Kramer, J.K.G.; Farnworth, E.R.; Thompson, B.K.; Corner, A.H.; Trenholm, H.L., 1982. Reduction of myocardial necrosis in male albino rats by manipulation of dietary fatty acid levels, Lipids 17:372–382.
48. Kramer, J.K.G.; Hulan, H.W.; Mahadevan, S.; Sauer, F.D.; Corner, A.H., 1975. *Brassica campestris* var. Span: II. Cardiopathogenicity of fractions isolated from Span rapeseed oil when fed to male rats, Lipids 10:511–516.
49. Kramer, J.K.G.; Mahadevan, S.; Hunt, J.R.; Sauer, F.D.; Corner, A.H.; Charlton, K.M., 1973. Growth rate, lipid composition, metabolism and myocardial lesions of rats fed rapeseed oils (*Brassica campestris* var. Arlo, Echo and Span, and *B. napus* var. Oro), J. Nutrition 103:1696–1708.
50. Kramer, K.G.; Sauer, Frank D.; Pigden, Wallace J., 1983. High and low erucic acid rapeseed oils, Academic Press, Canada, 582 p.
51. Kunelius, H.T.; Calder, F.W., 1978. Effects of rates of N and regrowth intervals on yields and quality of Italian ryegrass grown as a summer annual, Can. J. Plant Sci. 58:691–697.
52. Lapins, K., 1963. Note on compact mutants of Lambert cherry produced by ionizing radiation. Can. J. Plant Sci. 43:424–425.
53. Lapins, K.O.; Schmind, Hans., 1976. New fruits from Summerland British Columbia 1956–1974. Agric. Can., pub. 1471, 19 p.
54. Lebeau, J.B.; Hanna, M.R., 1975. Banff Kentucky bluegrass. Can. J. Plant Sci. 55:1073–1074.
55. Lynch, D.R.; Tai, G.C.C.; Young, D.A.; Schaalje, G.B., 1983. Effect of selecting potato seedling under maritime conditions on the performance of the first clonal generation under prairie conditions. Am. Potato J. 60:607–615.
56. Mann, A.J.; Keane, F.W.L., 1956. Tree fruits of the Okanagan Valley. Station exp. de Summerland, Misc. Publ., 46 p.
57. McKeever, Harry P., 1983. Kiwifruit "find their feet" in western Canada climate. Western People, mars, p. 6.
58. Metcalfe, D.R.; Buchannon, K.W.; McDonald, W.C.; Reinbergs, E., 1970. Relationships between the "Jet" and "Milton" genes for resistance to loose smut and genes for resistance to other barley diseases. Can. J. Plant Sci. 50:423–427.
59. Metcalfe, D.R.; Johnston, W.H., 1963. Inheritance of loose smut resistance II. Inheritance of resistance in three barley varieties to races 1, 2, and 3 of *Ustilago nuda* (Jens.) Rostr. Can. J. Plant Sci. 42:390–396.
60. Morrison, J.W., 1960. Marquis wheat—a triumph of scientific endeavor. Agric. Hist. 34(4):183–188.
61. Murray, Beatrice M., 1957. The ontogeny of adventitious roots of creeping-rooted alfalfa. Can. J. Bot. 35:463–475.
62. Newman, L.H., 1939. New wheat creations and their significance. Can. Geogr. 18:208–216.
63. Peck, O.; Bolton, J.L., 1946. Alfalfa seed production in northern Saskatchewan as affected by bees, with a report on means of increasing the populations of native bees. Sci. Agric. 26:388–418.
64. Preston, Isabella, 1944. Rosybloom crabapples for northern gardens. J. N.Y. Bot. Gard. 45:169–174.
65. Rajhathy, Tibor; Thomas, Hugh, 1974. Cytogenetics of oats (*Avena* L.) Genet. Soc. Can., Misc. Publ. 2, 90 p.
66. Rennie, Robert J.; Dubetz, Steve, 1983. Soybeans as a N_2-fixing crop. Pages 76–80 *in* Research highlights, Agric. Can., Station de recherches, Lethbridge.

67. Richards, K.W., 1984. Alfalfa leafcutter bee management in Western Canada. Agric. Can., pub. 1495, 53 p.
68. Roberts, D.W.A., 1984. Winterkill of fall-seeded winter wheat. Agric. Can., Bull. tech. 1984-10E, 13 p.
69. Russell, W.A.; Dabbs, D.H.; Young, L.C.; Molnar, S.A., 1983. Carlton: A new early tablestock potato variety. Am. Potato J. 60:599–605.
70. Salt, R.W., 1940. Utilize wild bees in alfalfa seed production. Can. Dep. Agric., Field Crops Insect Invest. Mim Circ. 266.
71. Sampson, D.R., 1972. Evaluation of nine oat varieties as parents in breeding for short stout straw with high grain yield using F_1, F_2, and F_3 bulked progenies. Can. J. Plant Sci. 52:21–28.
72. Saunders, Wm., 1911. Progress in the breeding of hardy apples for the Canadian northwest. Dom. Can., Dep. Agric. Bull. 68, 14 p.
73. Sladen, F.W.L., 1918. Pollination of alfalfa by bees of the genus *Megachile*. Table of Canadian species of the *Latimanus* group. Can. Entomol. 50:301–304.
74. Smith, J.D., 1978. Dormie Kentucky bluegrass. Can. P. Plant Sci. 58:291–292.
75. Spangelo, Lloyd P.S., 1964. New early apple varieties. Agric. Can., pub. 1241, 4 p.
76. Spangelo, Lloyd P.S., 1971. Hybrid seeding rootstocks for apple. Agric. Can., pub. 1431, 4 p.
77. Sterling, J.D.E.; MacLaren, R.B., 1967. Cabot oats. Can. J. Plant Sci. 47:715–716.
78. Svejda, Felicitas, 1974. Canadian hybridized roses. Can. Rose Annu. 1974:29–34. Toronto.
79. Svejda, Felicitas, 1984. Canadian explorer roses. Am. Rose Annu. 69:70–82.
80. Taylor, D.K., 1968. Fraser oats. Can. J. Plant Sci. 48:107.
81. Townsend, L.R.; Hope, G.W., 1960. Factors influencing the colour of potato chips. Can. J. Plant Sci. 40:58–64.
82. Voldeng, H.D.; Seitzer, J.F.; Donovan, L.S., 1982. Maple Presto soybeans. Can. J. Plant Sci. 62:501–503.
83. Voldeng, H.D. Seitzer, J.F.; Hamilton, R.I., 1985. Maple Ridge soybean. Can. J. Plant Sci. 65: in press.
84. Voldeng, H.D.; Seitzer, J.F.; Hamilton, R.I., 1985. Maple Isle soybean. Can. J. Plant Sci. 65: in press.
85. Wilson, C.F., 1978. A century of Canadian grain. Western Producer Prairie Books, Saskatoon (Sask.), 1137 p.
86. Wyman, Donald, 1970. The Preston lilacs. Am. Nurseryman, 132(Dec.):11–13.
87. Young, D.A.; Tarn, T.R.; Davies, H.T., 1983. Shepody: A long, smooth, white-skinned potato of medium maturity with excellent french fry quality. Am. Potato J. 60:109–113.

Chapitre 18
Aide à la production

Dans ce chapitre, il sera question d'entomologie, tant du point de vue des cultures que du bétail, de phytopathologie, de malherbologie, de physiologie végétale, de chimie et de physique. Les insectes, les arachnides, les champignons, les bactéries, les virus et les mauvaises herbes exercent tous une influence marquée sur la production d'aliments. Les scientifiques qui passent leur vie à étudier les ennemis des cultures et à chercher des moyens de lutter contre eux jouent dans le système alimentaire un rôle aussi important que ceux qui obtiennent le produit final.

RÉPRESSION DES SAUTERELLES ET DES CRIQUETS

Les insectes orthoptères comme les sauterelles et les criquets sont ceux qui causent les plus graves dégâts dans les cultures agricoles. Dès 1800, Alexander Henry a observé au Canada des accumulations de 20 cm de sauterelles mortes sur les rives du lac Winnipeg. Le fléau a duré au moins jusqu'en 1808. Norman Criddle, selon Gibson (53), estimait qu'il y avait toujours eu des criquets dans les provinces des Prairies, et qu'ils posaient de graves problèmes une année sur quatre. Depuis le début du siècle, les invasions se sont faites à ce rythme.

La sauterelle est un insecte vorace. Une bande de sauterelles s'abattant dans un champ peut le dépouiller de sa végétation et dévorer ficelle de presse, vêtements et même mancherons, manches de pelle, etc. Le féroce appétit de la sauterelle la pousse à manger tout ce qui contient des matières organiques, transpiration humaine comprise.

L'importance des invasions a diminué pour deux raisons. Premièrement, les troupeaux de bisons ont été éliminés. Les années chaudes et peu pluvieuses, les bisons occasionnaient un surpâturage des plaines et, du fait de leur poids et de la forme pointue de leurs onglons, ameublissaient de grandes surfaces de terre. Les sauterelles trouvaient là un excellent terrain de reproduction. Deuxièmement, les méthodes de lutte contre la sauterelle se sont améliorées.

Plus la culture du blé s'est développée dans les plaines, plus la lutte contre la sauterelle est devenue importante. En 1890, l'appareil de lutte le plus répandu était une ramasseuse tirée par un cheval. Les sauterelles étaient recueillies dans des bassins remplis de goudron auxquels on mettait ensuite le feu. La méthode a été couramment utilisée jusque vers 1910, année où Criddle, à Treesbank (Manitoba), a montré que les appâts empoisonnés donnaient de meilleurs résultats que les moyens mécaniques. L'appât était constitué de mélanges de son, de sciure de bois ou de crottin de cheval, de mélasse ou d'oranges, de vert de Schweinfurt (un insecticide) et d'eau en combinaisons diverses. De 1913 à 1923, Gibson (53) a estimé que 72 000 tonnes d'appât évaluées à 1,8 $ million avaient été utilisées et avaient donné des économies de récolte d'au moins

80 $ millions, ce qui représentait un rendement de 44 pour 1! Les appâts sont demeurés en usage jusqu'au milieu des années 1940, où ils ont presque entièrement été remplacés par les pulvérisations d'insecticides organochlorés.

N. Criddle, à Treesbank (Manitoba) a été le premier entomologiste canadien à étudier la taxonomie des nymphes (sauterelles immatures). Pour trouver des moyens de lutte efficaces contre chaque espèce, il a tout d'abord déterminé à quelle espèce du genre *Melanoplus* chacun des 21 types de sauterelles des Prairies appartenait. De 1924 à 1933, il a publié six documents techniques sur la question (cf. R.H. Handford). Il est mort avant d'avoir pu terminer ses recherches. Treize ans plus tard, Handford (59), au Laboratoire d'entomologie de Brandon (Manitoba), a poursuivi l'étude de Criddle. Il a constaté, comme prévu, qu'il était très difficile, voire impossible, d'identifier les insectes au stade larvaire; il a cependant établi une clé qui lui permettait de séparer les différentes espèces.

Pour lutter à l'aide d'appâts empoisonnés contre l'invasion de 1933-1935, les cultivateurs, les conseils municipaux, les agents des services provinciaux de vulgarisation et les scientifiques du ministère canadien de l'Agriculture ont collaboré, ainsi que nous l'avons vu dans le chapitre 6. Lors de nombreuses réunions, on a expliqué aux cultivateurs comment et quand utiliser l'appât. Un vaste réseau d'observateurs chargés de déceler le commencement d'une invasion a été créé. Au besoin, des provisions d'appâts étaient dépêchées sur les lieux et distribuées immédiatement.

En 1931, Criddle a commencé à étudier les œufs et les populations de sauterelles adultes des provinces des Prairies dans l'intention de prévoir l'ampleur des invasions de l'année suivante ainsi que les secteurs touchés. Ces enquêtes sont menées depuis, avec l'aide des ministères provinciaux de l'Agriculture. Grâce aux travaux de chercheurs comme Randell et Mukerji (116), les techniques d'estimation des populations de sauterelles se sont raffinées. Randell et Mukerji ont utilisé le nombre d'œufs et la température de l'air pour construire un modèle mathématique qui expliquait dans une proportion de 96 p. 100 les variations des dates d'éclosion prévues. Pickford (105), à Saskatoon également, a montré que ces dates étaient importantes, dans la mesure où les femelles qui pondaient tôt dans la saison produisaient 20 p. 100 plus d'œufs que celles qui pondaient tard. En 1972, Smith (142), à Lethbridge, a montré que les sauterelles femelles nées de parents élevés dans des cages peu peuplées (10 nymphes par cage de 35-L) étaient 30 p. 100 plus lourdes, mais produisaient deux fois moins d'œufs que les femelles provenant de cages peuplées (150 nymphes par cage de 35-L). Cela expliquait pourquoi les populations de sauterelles pouvaient augmenter si rapidement en période de fort peuplement. S'appuyant sur des données recueillies au cours d'une période de seize années, Mukerji, Gage et Randell (97) ont constaté que la densité de population des sauterelles augmentait si le nombre cumulatif d'unités thermiques atteignait 1 600 degrés-jours au-dessus de 10 °C, la teneur en humidité du sol étant d'au moins 13,5 p. 100. Cela a amené Mukerji et Gage (96) à raffiner leur modèle et à prévoir le taux d'éclosion et de mortalité des œufs.

Si l'invasion prévue est de moyenne importance ou grave, on utilise de nouvelles méthodes comportant l'application d'insecticides biodégradables. Si

l'application est faite précocement, de petites quantités d'insecticides suffisent à détruire un grand nombre de sauterelles et, éventuellement à réduire les pertes de récolte. Par exemple, Gage et Mukerji (51) ont mis en rapport des estimations de populations de sauterelles et de rendement des cultures. Ils ont observé que les pertes économiques imputables aux sauterelles étaient plus grandes pendant les périodes où la sécheresse entraînait de mauvais rendements. En 1961, les pertes de blé causées par la sauterelle ont été estimées à 40 $ millions par an, 17 p. 100 de la valeur totale de la récolte, même si l'on avait pris de grands moyens pour lutter contre l'invasion.

Certaines espèces de sauterelles causent des dégâts dans les prairies permanentes. Hardman et Smoliak (63), s'appuyant sur des données recueillies de 1928 à 1944 par R.M. White à Manyberries (Alberta) et sur des renseignements recueillis de 1970 à 1975 par D.S. Smith, ont montré que 3 des 26 espèces étudiées formaient 80 p. 100 de la population totale des sauterelles. Seules 2 des 17 espèces les plus abondantes ont été jugées inoffensives. Les autres peuvent toutes causer des pertes économiques si elles prolifèrent. Les 4 espèces qui se développent au début du printemps se nourrissent d'herbes et font certains dégâts dans les prairies permanentes.

Récemment, Mukerji et des collègues (95) ont relancé l'utilisation des appâts à base de son empoisonné dans la lutte contre les sauterelles. En ajoutant du diméthoate à du son et en épandant l'appât en divers points clés autour des champs, on a utilisé 65 p. 100 moins d'insecticide que si l'application s'était faite par pulvérisation. Les insectes non visés comme les abeilles ne s'approchent pas de l'insecticide, et les résidus d'insecticide dans les cultures sont négligeables. Ewen et Mukerji (33) ont amélioré l'appât en y appliquant une suspension contenant les protozoaires parasites *Nosema locustae*. Les sauterelles ingèrent les parasites, et ceux-ci les affaiblissent en s'attaquant aux réserves alimentaires de leur sang et de leurs tissus adipeux. *N. locustae* étant un parasite spécifique des sauterelles et des criquets, son utilisation ne présente pas de risque. Il agit lentement, mais réduit considérablement les populations de sauterelles. Pour l'heure, il est réservé, au Canada, à des utilisations expérimentales.

On ne craint presque plus aujourd'hui que les sauterelles nous cachent du soleil, mangent nos vêtements et détruisent nos récoltes. La mortalité d'animaux de ferme, d'animaux sauvages et même d'humains ayant accidentellement ingéré des appâts empoisonnés à l'arsenic est maintenant chose du passé. En 1984 encore, de graves invasions localisées ont frappé le sud des Prairies et nous ont rappelé que la menace d'invasions massives de sauterelles demeure. Le risque est en effet aggravé par les pratiques de conservation des sols qui consistent à ne pas retourner la terre et contribuent à accroître le pourcentage d'éclosion des œufs. Les scientifiques continuent de chercher une solution à ce problème.

CÈPHE DU BLÉ

Le cèphe du blé, *Cephus cinctus*, ressemble à une petite abeille. La femelle pique avec son ovipositoire en dents de scie la tige du blé, juste sous l'épi, et y

dépose ses œufs. Les jeunes larves se développent rapidement et creusent, en mangeant, un canal jusqu'au noeud le plus bas de la tige; là, elles creusent un anneau qui atteint presque l'extérieur. Elles filent ensuite de délicats cocons où elles restent dans un état torpide jusqu'au printemps, époque à laquelle elles se transforment en nymphes. Parvenues à l'état adulte, elles quittent enfin brièvement la tige du blé pour répéter le cycle.

James Fletcher est le premier à avoir fait état (36) des dégâts causés par le cèphe du blé près de Souris (Manitoba), en 1896. Cinq ans plus tard, des dégâts analogues étaient signalés à Bozeman (Montana). Le cèphe du blé est un insecte indigène de l'Amérique du Nord qui vit dans les graminées, principalement du genre *Agropyrum*. D'autres dégâts importants ont été observés en 1931 et 1943, l'infestation s'étant étendue à 4 000 000 ha et ayant entraîné des pertes de 1 300 000 tonnes de blé. Il fallait agir rapidement pour éviter que les agriculteurs et l'économie canadienne ne subissent d'autres pertes. Quelques années plus tard, les cèphes provoquaient des dégâts analogues dans le Dakota du Nord et le
310 Montana.

Des experts du Canada et des États-Unis ont donc commencé à chercher des moyens de répression. H.J. (Shorty) Kemp à Swift Current a remarqué que, même si certaines pratiques agricoles contribuaient à réduire les dégâts causés par le cèphe, les méthodes de lutte contre l'érosion éolienne – culture par bandes et enfouissement des chaumes – favorisaient la multiplication de l'insecte. La culture par bandes, par exemple, contribue à accroître le périmètre d'un champ de blé, et c'est précisément dans les plants de bordure que les femelles pondent leurs œufs.

Avant 1929, Kemp avait observé que la tige pleine du blé dur de la variété Golden Ball était moins sensible aux attaques des cèphes que celle des blés panifiables du type Marquis et Reward. Il a donc obtenu du Département de l'Agriculture des États-Unis la semence d'un blé d'origine égyptienne à tige soit-disant pleine. Les graines ont donné des plants à tige pleine qui n'ont pas été attaqués par les cèphes, et d'autres à tige creuse qui ont été infestés et coupés. Ensuite, il a obtenu de O. Frankel, 38 variétés de blé néozélandais provenant, à l'origine, d'Espagne, du Portugal et du Maroc. Deux des souches portugaises, qui avaient donné des plants à tige pleine, S-615 et S-633, ont été cultivées jusqu'à ce que la caractéristique recherchée soit acquise. De 1930 à 1946, Farstad (34) a étudié les aspects biologiques du cèphe, Kemp (73), les relations entre l'insecte et le blé à tige pleine, Platt (106), l'influence du milieu sur la tige des variétés de blé à tige pleine, Platt et Larson (108), le transfert de la caractéristique «tige pleine» du *Triticum durum* au *T. vulgare*. En 1946, Platt et Farstad (107) avaient mis au point des tests uniformes de mesure de la résistance du blé au cèphe. Ces tests étaient essentiels à l'obtention de variétés résistantes.

Alors qu'il était affecté à la Division des céréales d'Ottawa, en 1937, A.W. Platt à Swift Current a hybridé du S-615 avec les cultivars Apex et Thatcher. Après neuf années de travail de sélection, et grâce à la collaboration de céréalistes et d'entomologistes de nombreuses autres stations expérimentales et

universités, Platt et Farstad ont obtenu le cultivar Rescue du croisement utilisant Apex et, en 1952, le cultivar Chinook du croisement avec Thatcher. En 1949, le Rescue était le deuxième blé le plus cultivé au Canada; seul le Thatcher le devançait. Quand le Chinook est devenu disponible, les deux variétés ont été largement cultivées dans les régions des États-Unis et du Canada où abondaient les cèphes.

C'est en 1948 que Platt, R.I. Larson et S.A. Wells se sont joints à l'équipe d'entomologistes que dirigeait C.W. Farstad, au nouveau laboratoire de Lethbridge. Les programmes de Swift Current et Lethbridge ont mené au développement de quatre autres cultivars aptes à résister au cèphe. L'un des cultivars les plus intéressants est sans doute Leader, homologué en 1981 par De Pauw et des collègues (30). En plus d'avoir une tige pleine, ce cultivar a une longue dormance, ce qui veut dire qu'il n'a pas tendance à germer sur pied, à l'automne, même si le grain repose sur un andain humide.

Tous les cultivars de blé panifiable à tige pleine obtenues au Canada et aux États-Unis tirent leur principale caractéristique de la souche S-615 introduite au pays et développée par Kemp en 1931. Les dégâts causés par le cèphe du blé ont été réduits à des proportions contrôlables grâce à la collaboration des sélectionneurs, des entomologistes et de nombreux autres spécialistes de la Direction générale de la recherche, dans ce qui est devenu aujourd'hui un exemple classique d'utilisation de la résistance génétique dans la lutte contre un insecte ravageur.

LUTTE INTÉGRÉE CONTRE LES INSECTES DÉPRÉDATEURS

Au moins dix ans avant que Rachel Carson ne publie *Printemps silencieux* (20) et n'expose les dangers d'une utilisation abusive des insecticides de synthèse, les entomologistes du Service des sciences s'étaient intéressés à cette question dans la lutte contre les insectes ravageurs des vergers. En 1957, E.J. LeRoux (86) a observé que la pyrale de la pomme résistait aux pulvérisations d'insecticide. Des larves de première génération, et même de deuxième génération, émergeaient après un premier traitement.

La pyrale de la pomme pose des problèmes depuis longtemps. Elle a été observée pour la première fois au Québec, en 1872, par Léon Provencher, qui a constaté qu'elle entraînait des pertes considérables dans les vergers. Il a recommandé qu'on enduise le tronc des pommiers d'une matière adhésive à laquelle colleraient les larves et qu'on brûle les fruits véreux afin de détruire les larves. D'autres producteurs ont eu recours à des pulvérisations de vert de Schweinfurt et d'arséniate de plomb. V.A. Huard a observé que les larves qui passaient l'hiver entraient dans l'alimentation des pics-bois. Après avoir été nommé responsable de Covey Hill, C.E. Petch a consacré d'importants travaux à la pyrale et a recommandé un traitement comprenant jusqu'à cinq pulvérisations d'arséniate de plomb. En 1939, les recherches sur la pyrale ont été confiées à A.A. Beaulieu à Saint-Jean. Il a découvert qu'il y avait une deuxième génération de pyrale et, en 1946, il utilisait du dichlorodiphényltrichloroéthane (D.D.T.). Toutefois, son

traitement nécessitait encore cinq pulvérisations. L'insecticide avait un effet immédiat, mais à court terme.

Des travaux analogues menés par A.D. Pickett en Nouvelle-Écosse, W.L. Putman en Ontario et J. Marshall en Colombie-Britannique ont donné des résultats voisins dans des conditions de croissance différentes. Les chercheurs s'inquiétaient cependant tous des conséquences d'une utilisation excessive d'insecticides de synthèse et de l'apparition éventuelle de lignées d'insectes résistants à tel ou tel agent chimique. En 1956, Pickett, Putman et LeRoux (103) ont constaté que les produits phytosanitaires contribuaient souvent à réduire le nombre des prédateurs naturels des ennemis des cultures et à accroître le potentiel de reproduction ou de survie des espèces cibles; ces dernières, de plus, acquéraient souvent une résistance aux produits insecticides. Les travaux de ces chercheurs s'appuyaient sur des études axées davantage sur les conséquences écologiques que sur les répercussions économiques des pulvérisations.

Au milieu des années 1970, Pickett (104) a observé que les méthodes de
312 lutte intégrée utilisées par les producteurs de fruits de la Nouvelle-Écosse étaient généralement bien acceptées. Il a noté que le kermès virgule ne causait presque plus de dégâts depuis qu'on avait éliminé le soufre des programmes de pulvérisations phytosanitaires. Le soufre détruisait en effet le champignon parasite du kermès.

La lutte contre la pyrale de la pomme a posé des problèmes plus complexes qui n'ont été vraiment résolus qu'avec la production, par D.W. Clancy de la Virginie-Occidentale, du ryania, insecticide qu'il a obtenu en moulant en une fine poudre la tige d'un arbuste tropical. L'insecticide donnait de bons résultats dans la lutte contre la pyrale, mais était sans danger pour les insectes bénéfiques. On l'utilise toujours.

Les arboriculteurs de la vallée de l'Okanagan, importante région fruitière de la Colombie-Britannique, ont appuyé le principe de la lutte intégrée. Les entomologistes à Summerland ont observé qu'un acarien prédateur se nourrissait aux dépens d'un autre acarien ennemi des arbres fruitiers. Le programme de pulvérisation a donc été modifié de manière que les acariens prédateurs ne soient pas touchés, et leur population a augmenté au point que les acariens ravageurs n'ont plus causé de dégâts aux fruits et aux arbres. Pour promouvoir l'utilisation du système, le Laboratoire d'entomologie, puis l'entreprise privée, ont mis sur pied un service de dénombrement des acariens. Lorsque, à de rares occasions, des acariens ravageurs menacent les cultures, on procède à des pulvérisations d'insecticides. Le service de dénombrement s'est révélé si efficace que les entreprises de conditionnement de la vallée de l'Okanagan l'offrent maintenant toutes.

Le programme de lutte contre la pyrale de la pomme dans la vallée de l'Okanagan fournit un autre exemple d'application ponctuelle de l'échantillonnage. Récemment, les chercheurs à Summerland ont synthétisé la phéromone sexuelle des pyrales femelles de la pomme. La phéromone est mise dans un piège, et le nombre de pyrales mâles attirées est estimé. Le programme de pulvérisation est établi en fonction de la population estimative de pyrales de

chaque verger. De cette façon, on abaisse les coûts de lutte contre les ravageurs et le niveau des agents chimiques dans la biosphère, tout en accroissant le taux de survie des parasites et des prédateurs des ennemis des cultures.

Selon des estimations fiables, la production d'oignons du Sud-Ouest de l'Ontario chuterait de 78 p. 100, soit d'environ 8 $ millions, si l'on ne faisait rien contre la mouche de l'oignon. Au début, le D.D.T. s'est révélé un insecticide efficace, mais des mutations ont rendu la mouche de l'oignon résistante. Plus tard, elle est également devenue résistante aux insecticides organophosphorés. Certains programmes de lutte ont même comporté jusqu'à 20 pulvérisations par an. Les pulvérisations étaient faites selon un calendrier préétabli, sans égard aux besoins. Depuis l'adoption des méthodes de lutte intégrée élaborées par Harris et des collaborateurs (64) de London, on contrôle la présence de la mouche de l'oignon dans les champs, et les traitements aux insecticides se font uniquement en fonction des besoins, aussi peu que quatre fois par an.

La lutte intégrée a contribué à abaisser les coûts de production des agriculteurs et à rassurer les consommateurs au sujet des fruits et des légumes qui auraient pu autrefois être contaminés par des pesticides. Comparés aux avantages qu'on en tire, ces travaux de recherche ont coûté bien peu. Les scientifiques canadiens ont importé et appliqué avec succès des méthodes qui ont aidé les pomiculteurs du pays à obtenir des produits de meilleure qualité.

LUTTE BIOLOGIQUE

Le meilleur moyen de lutter contre une maladie, un insecte ou une mauvaise herbe consiste à agir sur l'équilibre naturel du milieu de façon à ce que les moyens de répression et les ennemis des cultures et des animaux se reproduisent d'eux-mêmes et que ces ennemis se maintiennent à un niveau tel qu'ils ne causent pas de pertes économiques. Pour y parvenir, il faut trouver des plantes ou des animaux résistants ou modifier les conditions de croissance de manière à tirer partie de l'antagonisme entre les ennemis naturels ou introduits et les parasites ou les déprédateurs. Les scientifiques du Canada et d'autres pays sont parvenus à trouver de tels moyens. Dans un bilan fait en 1961, Turnbull et Chant (146) observent que les chercheurs canadiens ont obtenu, avant 1958, un taux de réussite de 40 p. 100 dans 31 tentatives.

De 1959 à 1968, le taux de réussite, selon les estimations de Munroe (98), a été de 15 p. 100.

Le révérend C.T.S. Bethune (87) a été le premier à proposer, en 1864, qu'on importe des parasites au Canada à des fins de lutte biologique. Plus tard, en 1882, Saunders a importé des chalcidiens du genre *Trichogramma* des États-Unis pour lutter contre l'arpenteuse du groseillier. Les chalcidiens sont de très petits insectes qui pondent leurs œufs à l'intérieur d'une foule d'insectes et qui les parasitent. De 1893 à 1910, Fletcher et Hewitt ont réalisé un grand nombre d'importations bénéfiques et ont solidement implanté au Canada le principe de la lutte biologique contre les insectes. De façon générale, c'est dans la lutte contre les ennemis des cultures importés qui ne se sont pas encore adaptés au

milieu canadien que les prédateurs et les parasites sont les plus efficaces. Nous en donnons quelques exemples ci-dessous.

Le kermès virgule a été accidentellement introduit au Canada d'Europe en 1869 et il s'est progressivement répandu dans toutes les régions de production de pommes et de poires du Canada. Il produit des dégâts particulièrement importants sur les jeunes arbres, car il se nourrit de la sève du cambium, assise génératrice du bois située sous l'écorce. Dans l'est du Canada, un acarien prédateur indigène contribue généralement à maintenir la population des kermès à un niveau acceptable, et on ne procède qu'occasionnellement à des pulvérisations d'insecticides. En Colombie-Britannique, l'acarien prédateur a été introduit dans l'Île Vancouver, à Mission City, et dans la vallée de l'Okanagan en 1917 par Tothill au Laboratoire d'entomologie de Fredericton. En 1925, le prédateur était bien établi, et il joue depuis un rôle important dans la lutte contre le kermès.

L'introduction d'un parasite indigène du puceron lanigère du pommier
314 dans la vallée de l'Okanagan a elle aussi été couronnée de succès. Comme le kermès virgule, le puceron lanigère, qui appartient au grand groupe des aphidiens, aurait été introduit d'Europe en 1819. Son parasite, *Aphelinus mali*, de la famille des chalcidiens également et indigène de l'est du Canada, suffisait à freiner le développement du puceron; toutefois, quand celui-ci a été accidentellement introduit dans l'Île Vancouver en 1892, le parasite ne l'a pas accompagné. Le puceron a atteint l'Okanagan en 1912 et a provoqué de graves infestations dans les années 1920. Le parasite auxiliaire a donc été introduit en Colombie-Britannique, et, quelques années plus tard, on estimait que les populations de pucerons lanigères ne posaient plus de problèmes. Certains croient que le D.D.T., introduit en 1950, a tué le parasite auxiliaire, et que cela expliquerait l'épidémie de pucerons de 1952. En 1953, cependant, la population de pucerons a brusquement chuté, et la Colombie-Britannique a été presque débarrassée de cet ennemi des cultures depuis.

La lutte biologique peut prendre d'autres formes que l'utilisation d'insectes prédateurs. La punaise de la pomme (*Lygus communis*), par exemple, pique les jeunes fruits, ce qui provoque des déformations des fruits parvenus à maturité. La punaise, dont la présence a été signalée pour la première fois en Nouvelle-Écosse par Brittain en 1914, était parasitée et détruite par un champignon. En 1920, des entomologistes ont cultivé artificiellement le champignon et l'ont disséminé dans les vergers de la province. En cinq ans, la punaise avait presque disparu. Elle est réapparue vers le milieu des années 1940, quand on a «neutralisé» le champignon auxiliaire avec l'introduction des fongicides modernes. Heureusement, cette «neutralisation» n'a été que partielle, et le champignon continue de garder la punaise de la pomme à un niveau tolérable.

Certaines tentatives d'introduction d'insectes parasites ou prédateurs ou de champignons et de bactéries parasites n'ont pas connu le même succès. Pour lutter par des moyens biologiques contre la pyrale de la pomme, qui peut provoquer des dégâts importants dans les vergers en piquant les fruits, on a importé d'Europe quatre insectes différents et une bactérie. Tous ont été

largement distribués dans les régions de pomiculture du Canada, mais aucun ne s'est révélé un auxiliaire efficace. La solution biologique du problème est venue d'une tout autre source.

En 1931, E.F. Knipling, Département de l'Agriculture des États-Unis, a mis au point une méthode de lutte contre une mouche de la famille des calliphoridés, important parasite du bétail, en libérant un grand nombre de mâles stérilisés. Le principe sur lequel repose cette méthode de lutte biologique consiste à inonder la population cible de mâles stériles et à en réduire ainsi la descendance. Pour que la méthode donne les résultats escomptés, les conditions suivantes doivent être réunies : la population cible doit être petite et confinée à une région géographique isolée, les femelles ne doivent s'accoupler qu'une seule fois, et il faut pouvoir élever et stériliser les mâles tout en les maintenant en vie. Le système a été testé avec succès en 1954 sur une île de 440 km^2 des Antilles, Curaçao.

Proverbs, Newton et Logan (111), au Laboratoire d'entomologie de Summerland, ont commencé à appliquer ce principe dans leur programme de lutte contre la pyrale de la pomme en 1956. Deux des conditions voulues étaient faciles à obtenir; il en allait tout autrement de l'élevage et de la stérilisation des mâles et de la question de l'accouplement unique des femelles. Dans le premier cas, les chercheurs devaient apprendre comment élever et stériliser les mâles. Au départ, Proverbs a élevé des pyrales sur des pommes qui n'étaient pas encore parvenues à maturité; cette méthode demandait cependant trop de temps. Avec l'aide de conditionneurs d'aliments, il a mis au point un régime artificiel susceptible d'être administré automatiquement et d'assurer le développement des jeunes pyrales. Ayant réussi à élever des pyrales, il a stérilisé les mâles avec des rayons gamma obtenus à partir de cobalt 60 et les a libérés dans un verger isolé, dans une proportion de 40 mâles stérilisés pour 1 mâle indigène. La population des pyrales indigènes a considérablement diminué, et, en 1966, les pommes des vergers isolés étaient moins endommagées (0,003 p. 100) par la pyrale que celles des vergers traités aux insecticides chimiques. Sans insecticides polyvalents et rémanents, les ravageurs comme les acariens, les aphidiens et autres étaient neutralisés par leurs prédateurs et leurs parasites naturels; les pulvérisations pouvaient donc être éliminées, ou presque.

Le succès sans précédent de ce travail de recherche a soulevé l'intérêt des scientifiques de tous les coins du monde. M.D. Proverbs a d'ailleurs reçu en 1978 une prime au mérite de la Commission de la Fonction publique pour ses travaux. Sa méthode a également été appliquée à la vallée de la Similkameen, immédiatement à l'ouest de la vallée de l'Okanagan. Du point de vue biologique, le système a encore donné les résultats attendus : après deux ans, la pyrale avait été à toute fin pratique éliminée de la vallée. Toutefois, le coût de production et de distribution de milliers de pyrales stériles était supérieur au coût annuel des pulvérisations. Même si les effets de la nouvelle méthode s'étendaient sur une période de quatre à cinq ans, les pomiculteurs sont revenus aux pulvérisations quand il a été temps de traiter à nouveau les vergers. Consciente des avantages globaux de la lutte biologique contre la pyrale de la pomme, la

British Columbia Fruit Growers' Association a décidé, en 1984, de revenir à cette méthode.

QUATRE INSECTES RAVAGEURS DES FORÊTS

Les forêts peuvent être dévastées par les insectes et, parfois, par la maladie. Jusqu'en 1960, les chercheurs du Service des sciences et de la Direction générale de la recherche ont inventorié les nombreux insectes susceptibles de causer des dégâts dans les forêts. Ils ont également participé aux programmes de lutte des ministères provinciaux des Forêts. En 1960, quand la Division de la biologie forestière de la Direction générale de la recherche a été intégrée au ministère des Forêts, nouvellement créé, la majeure partie des entomologistes et des pathologistes de la Direction générale ont été mutés. Plus tard, deux taxonomistes et des employés de soutien ont été réaffectés à l'Institut de recherches biosystématiques, où on les a chargés de classer les insectes ravageurs des forêts. Plusieurs douzaines d'insectes provoquent des dégâts dans les forêts canadiennes. Nous parlerons de quatre d'entre eux dans les pages qui suivent. Les méthodes de lutte utilisées fournissent de bons exemples des recherches menées par l'ancienne Division de la biologie forestière du Ministère.

Tenthrède européenne de l'épinette

Pour les entomologistes, l'éradication presque complète de la tenthrède européenne de l'épinette, *Gilpinia hercyniae*, est un modèle d'application de la lutte biologique contre un insecte ravageur. La tenthrède (mouche à scie) a pour la première fois été signalée en Amérique du Nord près d'Ottawa, en 1922 (12). On l'a ensuite observée aux États-Unis en 1929, puis en Gaspésie en 1930. En 1932, elle avait causé en Gaspésie des dégâts importants sur une superficie de plus de 5 000 km^2. La situation était d'autant plus critique que les arbres affaiblis étaient ensuite attaqués par le scolyte. L'infestation de mouches à scie a bientôt atteint des proportions épidémiques dans les forêts d'épinettes du Québec, des Maritimes et de la Nouvelle-Angleterre. On ne connaît pas encore à quelle époque la tenthrède a été importée. Selon Balch, Reeks et Smith (14), la mouche à scie a vraisemblablement été introduite en Amérique du Nord après 1880.

Les tenthrèdes adultes émergent en mai ou au début de juin et pondent leurs œufs dans des fentes qu'elles pratiquent dans les aiguilles de l'année précédente. Quelques jours plus tard, les œufs éclosent. Les larves provoquent des dégâts dans les épinettes, les épinettes blanches, en particulier, qui sont leur hôte favori, en se nourrissant de petits morceaux d'aiguilles, entières. Les arbres dépérissent et, après plusieurs années, finissent par mourir. Parvenues à maturité, les larves tombent au sol, s'enfoncent dans la litière et tissent un solide cocon parcheminé. Étrangement, les tenthrèdes mâles sont rares au Canada. Certaines populations d'Europe comptent à peu près autant de mâles que de femelles, mais d'autres sont presque entièrement composées de femelles. Selon Neilson et Morris (99) au Laboratoire d'entomologie forestière et de phytopathologie de

Fredericton, on n'a pas observé d'accouplement de tenthrèdes au Canada, et le phénomène ne se produit probablement pas.

Après avoir constaté que la mouche à scie n'avait pas de parasite indigène, les entomologistes ont rapidement importé des parasites d'Europe de l'Est, par l'intermédiaire de l'Institut de lutte biologique du Commonwealth. Ils ont également appris que la mouche à scie ne résistait pas à la poudre d'arséniate de chaux, et les forêts atteintes auraient pu être traitées par poudrage aérien, si la crise économique n'était pas survenues. On a donc eu recours à un vaste programme d'introduction de parasites, de 1933 à 1945, tant au Canada qu'aux États-Unis. Parallèlement, Neilson et Morris étudiaient les effets des parasites sur les populations de tenthrèdes.

En 1934 et 1935, R.E. Balch et F.T. Bird, également au Laboratoire de Fredericton, ont élevé 25 générations de mouches à scie apparemment saines. Au début de 1936, toutefois, un petit nombre de larves ont commencé à mourir, et le taux de mortalité des mouches a augmenté au point où, en 1939, les scientifiques ont constaté qu'il était impossible d'élever une seule larve dans le laboratoire. Balch et Bird (13) ont observé que le nombre de larves de leurs sites d'échantillonnage était passé de 9 en 1939 à 2 en 1940 et moins de 0,5 en 1941. De plus, au-delà de 90 p. 100 des rares larves découvertes en 1940 étaient mortes de maladie. La maladie n'atteignait que les jeunes larves et provoquait des lésions de l'intestin. Les tenthrèdes adultes y résistaient; certaines mouches sont cependant devenues vecteurs de la maladie et l'ont transmise à leur descendance.

De Gryse (29) a trouvé en forêt des larves atteintes de la maladie en 1937 et a soupçonné avec raison que la maladie était provoquée par un virus. En 1943, la population de mouches à scie de nombreuses forêts du Canada et des États-Unis avait diminué au point où le problème de la défoliation ne préoccupait plus. L'origine du virus demeure inconnue. Selon McGugan et Coppel (90), il aurait été introduit avec les parasites importés d'Europe. La première des dix espèces de parasites européens a été libérée au Nouveau-Brunswick en 1933. L'opération a été répétée tous les ans jusqu'en 1947. Deux des auxiliaires ainsi utilisés parasitaient les cocons et cinq autres, les larves de la tenthrède européenne de l'épinette. Plus de 890 millions de parasites ont été élevés et disséminés au cours de ces quinze années.

W.A. Reeks (118) est arrivé à la conclusion que, même si les populations de mouches à scie sont peu denses, certains de leurs parasites deviendraient des auxiliaires permanents du programme de lutte biologique. C'est ce qui est arrivé, même si un virus non identifié a entraîné la disparition rapide de la mouche à scie pendant les années 1940, sauvant ainsi nos forêts d'épinettes.

Scolytes birayés

Sur la côte du Pacifique, les scolytes qui s'attaquent aux résineux détruisent d'importantes quantités de bois brut. Selon Prebble et Graham (109), il y aurait au moins cinq variétés de scolytes qui passeraient l'hiver sous forme d'adultes. Au printemps, les scolytes creusent dans les arbres abattus des galeries où les

femelles déposent leurs œufs. Les scolytes enduisent ces galeries d'un champignon dont les jeunes et les adultes se nourrissent. L'été, les jeunes scolytes s'envolent vers les arbres voisins et hibernent à l'obscurité. Les galeries creusées par l'insecte et les taches laissées par le champignon réduisent la valeur commerciale du bois. Chez le sapin de Douglas, les dégâts se limitent à l'aubier; chez d'autres sapins et chez la pruche, les galeries peuvent atteindre 100 mm (32) et pénétrer dans le bois de coeur (duramen).

Les entomologistes, n'ayant pas trouvé de parasite du scolyte comme cela avait été le cas pour la mouche à scie, ont essayé d'autres méthodes. L'une d'elles a consisté à enlever les arbres coupés des lieux d'abattage. On a également essayé de garder les arbres coupés dans de l'eau et de les traiter par pulvérisation d'insecticides au printemps. Cette méthode, toutefois, avait des effets secondaires néfastes. De plus, la pulvérisation des troncs abattus en forêt n'était pas très efficace, car il était difficile d'en atteindre le dessous. Une troisième méthode a consisté à enlever les débris d'abattage du bois où les scolytes se reproduisent. Toutefois, comme les souches étaient laissées sur place, il était virtuellement impossible qu'on arrive à abaisser sensiblement les populations de scolytes par ces méthodes sanitaires.

Dendroctone du sapin de Douglas

D'autres insectes s'attaquent aux bois sur pied. C'est le cas, par exemple, du dendroctone du sapin de Douglas, *Dendroctonus pseudotsugae*, qui cause des dégâts importants dans les bois abattus et les bois sur pied. Contrairement au scolyte birayé, le dendroctone du sapin de Douglas a un cycle évolutif varié, dont les différentes étapes peuvent se produire tout au long de l'année. Les femelles adultes creusent des galeries entre l'écorce et le bois d'arbres adultes, affaiblis ou coupés. Les dendroctones s'accouplent dans ces galeries, et les femelles y pondent des œufs qui éclosent au bout de deux à trois semaines. Après leur éclosion les larves creusent de nouveaux couloirs, se transforment en nymphes et demeurent dans l'arbre jusqu'au printemps suivant. Les adultes peuvent donner naissance à deux ou trois générations par an. Les dendroctones n'endommagent pas uniquement les bois de construction; ils affaiblissent également, et détruisent parfois, d'autres arbres.

Comme les arbres jeunes et vigoureux sont rarement attaqués, Wright et Lejeune (161) ont constaté qu'une bonne gestion des forêts constituait la meilleure méthode de lutte contre le dendroctone. Il faut notamment couper les arbres au ras du sol, avant qu'ils parviennent à maturité et nettoyer les débris d'abattage. Les méthodes de lutte directe n'ont pas donné de bons résultats, si ce n'est sur les sapins de Douglas de taille moyenne. Dans ce cas, les pulvérisations aériennes d'insecticides ont été efficaces.

Tordeuse des bourgeons de l'épinette

Les œufs de la tordeuse des bourgeons de l'épinette, *Choristoneura fumiferana*, sont déposés sous les aiguilles de l'épinette et parviennent à maturité

cinq à sept jours plus tard. Les larves hibernent à la base d'une aiguille, dans un abri en forme de tente qu'elles ont tissé. Elles y demeurent jusqu'au printemps suivant; là, elles se nourrissent de bourgeons de nouvelles pousses et retardent la croissance de l'arbre.

C'est James Fletcher, entomologiste honoraire, qui, en 1885, un an avant l'adoption de la Loi sur les stations agronomiques, a fait état pour la première fois dans un bulletin du ministère de l'Agriculture de la présence de cet insecte au Canada. Fletcher a observé que l'insecte avait attaqué des forêts de sapins et d'épinettes du Québec et du Nouveau-Brunswick. Le premier papillon à être capturé au Canada l'a été à London (Ontario), par H.S. Saunders, deuxième fils de William Saunders. En 1907, Fletcher a observé des larves attaquant des épinettes blanches de la réserve forestière de Spruce Woods, dans le sud du Manitoba. Insecte indigène de l'Amérique du Nord, la tordeuse des bourgeons de l'épinette a causé des dégâts dans des exploitations commerciales d'épinettes, de sapins du genre *Abies*, de sapins de Douglas et de pins gris de toutes les provinces. Ses populations et, par conséquent, les dégâts qu'elle cause, varient en fonction de nombreux facteurs. Un siècle après que Fletcher en eut fait mention pour la première fois, il arrive encore que la tordeuse se multiplie au point de devenir incontrôlable.

Les pertes de bois brut attribuables aux infestations de tordeuses peuvent être importantes. Dans un peuplement parvenu à maturité, elles atteignent parfois des proportions de l'ordre de 90 à 100 p. 100 (53). Dans les peuplements jeunes, trois années de défoliation suffisent souvent à éliminer les sujets les plus vigoureux. En chiffres, les pertes annuelles sont difficiles à estimer; les plus prudents les évaluent en millions de dollars. C'est dans les forêts d'épinettes et de sapins de l'est du Canada que la tordeuse a fait les plus grands ravages. Au cours des 25 dernières années, plus de 50 000 000 ha de forêt du Québec et du Nouveau-Brunswick ont été traités par pulvérisation, ce qui a fait de ce programme de lutte chimique le plus important du monde. À long terme, seule une amélioration des pratiques de gestion forestière pourra mener à une solution du problème. Autrement, il faudra continuer de suivre de près l'évolution des populations de tordeuses et de procéder à des pulvérisations aériennes d'insecticides sûrs des peuplements menacés.

INSECTES PARASITES DU BÉTAIL

Larves parasites des bovins

Deux espèces de mouches hypodermes déposent sur les bovins des œufs qui se transforment en larves. Les deux s'observent au Canada et causent des dommages considérables. On les combat en utilisant les mêmes méthodes. Le problème est cependant loin d'être simple. Des entomologistes vétérinaires de la Direction générale de la recherche s'y intéressent depuis des décennies.

La période de ponte des mouches commence en mai et se poursuit en juin. Les mouches pondent leurs œufs sur les poils des pattes, du ventre et des flancs des bovins, ce qui a pour effet d'agiter les animaux. Il en résulte une perturbation

des habitudes alimentaires, une diminution de la production de lait et, parfois, des blessures. Après l'éclosion des œufs, les larves s'enfoncent dans la peau de l'animal et y cheminent pendant environ neuf mois jusqu'à ce qu'elles atteignent le dos de l'animal où elles déterminent une bosse (tumeur furonculeuse) caractéristique. Pendant leur migration, les larves se logent dans l'oesophage, ce qui rend difficile l'ingestion d'aliments, ou dans le canal neural, entraînant parfois la paralysie. Pour respirer, chaque larve fait un trou dans la peau de l'animal, ce qui augmente les risques d'infection. En mars ou avril de l'année suivante, les larves émergent des bosses, tombent au sol, se transforment en nymphes et, devenues mouches en mai ou juin, commencent un nouveau cycle.

Les animaux infestés ont une moins bonne valeur marchande, car leur carcasse nécessite un parage spécial, et leur peau endommagée est dévaluée comme source de cuir. K.K. Klein à la Station de recherches de Lethbridge estime (76) que les dégâts par l'hypoderme font perdre tous les ans 14 $ millions (dollars de 1979) à l'industrie du conditionnement de la viande. L'abaissement
320 des populations d'hypodermes, voire leur élimination, serait donc éminemment rentable.

En 1875, John Ware travaillait dans un ranch du district de Brooks, en Alberta. Environ cinq ans plus tard, il est devenu propriétaire de son propre ranch. Il a été le premier éleveur à essayer d'éliminer l'hypoderme des bovins. À l'époque du rassemblement des animaux, au printemps et à l'automne, il creusait un trou suffisamment grand pour qu'une vache puisse y tenir, le remplissait de créosote, de savon et d'eau, et y faisait passer ses animaux. Sa méthode a été adoptée par d'autres éleveurs, et elle est demeurée le seul moyen préventif en usage jusqu'à l'introduction, dans les années 1920 de la roténone, insecticide extrait de la racine d'une plante d'Amérique du Sud. En 1923, Hadwin (57) fait état de l'utilisation simultanée de la créosote et du derris (la roténone). En 1938 (70), la roténone était régulièrement utilisée pour pulvériser ou laver le dos des bovins, et on l'applique encore sur les vaches laitières, car elle est complètement métabolisée.

En 1942, l'hypoderme causait des pertes considérables de viande et de peaux, produits pourtant bien nécessaires à l'effort de guerre. C'est à cette époque qu'on a confié à R.H. Painter à Lethbridge la direction du Programme de lutte contre l'hypoderme dans les quatre provinces de l'Ouest. Il a introduit l'utilisation de pulvérisateurs à grande pression dans l'application de la roténone sur le dos des bovins au début du printemps, avant que les larves ne tombent au sol. Le système donnait de bons résultats, mais nécessitait de deux à trois applications à intervalles de deux semaines. Au début de 1944 (8), il a organisé une campagne par laquelle il espérait diminuer, et peut-être même éliminer, les populations d'hypodermes de l'Ouest. Les associations d'éleveurs, les ministères provinciaux de l'Agriculture, le Service des sciences et les fermes expérimentales ont tous exhorté les éleveurs à traiter leurs animaux à la roténone. Et ils ont réussi : des millions d'animaux ont été traités par pulvérisation. Au début, le nombre de larves a diminué de façon spectaculaire. Toutefois, la méthode demandait beaucoup de temps, et les traitements étaient

inefficaces s'ils n'étaient pas faits à temps. Progressivement, les infestations sont réapparues.

Les recherches se sont poursuivies à Kamloops (Colombie-Britannique) et Lethbridge (Alberta). En 1956, une grande entreprise de produits chimiques a mis au point le trolène, insecticide systémique[1] dont elle a proposé l'essai dans la lutte contre les larves de l'hypoderme. Généralement, l'insecticide s'utilise facilement; il peut cependant avoir des effets secondaires complexes. Weintraub, Rich et Thompson (152) ont testé le trolène sur des groupes de 25 à 30 veaux de Kamloops et Lethbridge. L'insecticide a été administré oralement, sous la forme d'un breuvage ou d'une grosse pilule, à divers moments, de novembre 1956 à avril 1957. Les résultats ont été spectaculaires. Chez les bovins non traités de Kamloops, on observait, en moyenne, 30 larves par animal, et dans ceux de Lethbridge, 80. Les deux meilleurs traitements se sont soldés par la présence, dans l'un et l'autre cas, que de 1 et 3 larves. Même si les résultats étaient bons, les chercheurs ont jugé que le breuvage et la pilule s'administraient mal. De plus, l'insecticide a eu un léger effet toxique chez certains animaux. Les recherches se sont donc poursuivies.

R.H. Robertson, à Lethbridge, étudiait la production d'anticorps chez les animaux parasités par des larves (121). D'autres chercheurs avaient déjà observé que les bovins âgés qui avaient déjà été infestés étaient moins susceptibles de l'être à nouveau. Robertson en a donc conclu qu'on pourrait élaborer un antisérum qui déterminerait la production de ces anticorps chez les jeunes animaux. Khan, Connell et Darcel (75) ont mis l'idée à l'essai sur plus de 100 veaux en 1959 et ont réussi à abaisser de 48 à 13 le nombre de larves par animal. Des progrès avaient donc été réalisés, mais il en restait encore à faire. Pour que le système soit efficace, et afin d'obtenir l'antisérum requis, il fallait trouver une méthode rigoureuse d'infestation artificielle des animaux. Weintraub (151) a attaché des mouches mâles et femelles à des fils avec de la parafine et, après leur accouplement en vol, il a amené les femelles à déposer leurs œufs sur son bras ou sur les poils d'une vache. Les entomologistes ont ainsi pu savoir combien d'œufs il fallait déposer sur un animal pour fins d'expérimentation. Mais les travaux de Weintraub allaient avoir d'autres conséquences importantes.

G.B. Rich, à Kamloops, a poursuivi l'étude du trolène (119) afin d'en évaluer les possibilités d'application dans de grands élevages. Pendant six ans, il a pu traiter de 800 à 1 300 bovins d'un secteur isolé. Après deux traitements, Rich avait abaissé le nombre moyen de larves par animal de 30 à moins de 2. La population des larves est demeurée à ce niveau pendant les six années du traitement, et un an après sa suspension. L'année suivante, on dénombrait déjà plus de 10 larves par animal. Rich en a conclu qu'on n'avait pas beaucoup de raisons d'être optimiste quant à l'application des insecticides disponibles à l'époque sur de grandes surfaces.

Pendant ce temps, M.A. Khan a essayé d'éliminer l'hypoderme du centre de l'Alberta en traitant plus de 5 000 animaux par an de 1959 à 1961 (74).

[1] L'insecticide ou le fongicide systémique est celui qui, administré à un animal ou à une plante, est absorbé dans le sang ou la sève et confère une immunisation (protection anti-infectueuse).

Chaque automne, il appliquait sur les animaux de nouveaux insecticides systémiques non toxiques. Il est ainsi parvenu à abaisser le nombre de larves par animal de 14 à zéro, dans le secteur central de sa zone d'expérience. Il a même réussi à abaisser d'environ 75 p. 100 la population des hypodermes dans les régions périphériques où les pulvérisations n'avaient pas été importantes. Deux années après la fin de l'expérience, Khan affirmait avoir de bonnes raisons de croire qu'il pouvait éliminer complètement l'hypoderme; dans la zone centrale, on dénombrait toujours moins de 1 larve par animal. Ces études ont mené à la création de stratégies de lutte, en Alberta et en Saskatchewan. En 1978, le taux d'infestation avait été abaissé à moins de 10 p. 100. Allait-on arriver à une éradication complète?

J. Weintraub avait montré que les populations d'hypodermes pouvaient se remettre facilement d'un traitement aux insecticides et en avait conclu qu'il fallait adopter un programme de lutte intégrée. D'autres entomologistes avaient par ailleurs observé que lorsqu'une population d'insectes avait été décimée, on pouvait éliminer les rares survivants en inondant la population de mâles stériles. En effet, lorsque les mâles stérilisés s'accouplaient avec les femelles indigènes, celles-ci produisaient soit des œufs inféconds, soit des mâles stériles. À partir de 1975, Weintraub a appliqué ce principe dans une grande ferme d'élevage du sud de l'Alberta. Pour commencer, il a réduit la population des hypodermes par pulvérisation d'un insecticide systémique. Ensuite, il a élevé et collectionné des larves en utilisant la technique des mouches attachées et il les a stérilisées par irradiation au colbalt 60. Enfin, il a libéré les mâles ainsi stérilisés afin qu'ils s'accouplent avec les femelles indigènes survivantes. Sa méthode a réussi, et des scientifiques américains l'ont invité à participer à la réalisation d'un grand projet conjoint d'éradication de la mouche sur 4 200 km^2 touchant pour moitié l'Alberta et pour moitié le Montana (79). Au moment où ces lignes sont écrites, les résultats obtenus après la première libération de mouches semblent très prometteurs. En associant les pulvérisations d'insecticides systémiques à la libération de mâles stériles, il se peut donc qu'on arrive à éliminer complètement l'hypoderme. Si la technique était appliquée à toute l'Amérique du Nord, les éleveurs pourraient économiser des millions de dollars.

Mouches noires

Périodiquement, et souvent sans avertissement, le bétail du Manitoba, de la Saskatchewan et de l'Alberta est victime des attaques de la mouche noire. À l'origine, la mouche noire s'attaquait aux bisons, mais elle s'est progressivement tournée vers les bovins au fur et à mesure que la population des bisons diminuait. Les attaques se font toujours de jour et sont si virulentes que des centaines d'animaux peuvent périr en moins de 6 à 24 heures. La mouche noire inflige aux animaux une piqûre douloureuse, leur injecte une salive toxique et suce leur sang. La toxine provoque un choc de type anaphylactique qui est généralement fatal pour les veaux nouveau-nés et les bovins qui n'ont pas encore été exposés à de telles piqûres.

A.E. Cameron à la Division de l'entomologie a rédigé en 1913 un rapport sur la mouche noire (19) quand une centaine d'animaux du secteur de Duck Lake (Saskatchewan) sont morts des attaques de l'insecte. F.J.H. Fredeen, J.G. Rempel et A.P. Arnason, scientifiques à Saskatoon, ont fait une étude biologique détaillée de la mouche noire de 1947 à 1955 (42). Fredeen (38) fait état de 27 espèces de mouches noires, dont cinq s'attaquent aux bovins; deux d'entre elles sont particulièrement redoutables. Groupées en énormes masses, elles peuvent s'éloigner de 5 à 225 km de leur lieu de reproduction. Le cycle évolutif des deux espèces est semblable, et, pour les fins qui nous intéressent, nous ne les avons pas distinguées.

La mouche noire passe l'hiver sous forme d'œuf, dans le sable du lit des rivières. Elle éclot au printemps, après la débâcle. Les larves sont charriées par l'eau et se fixent aux cailloux, dans des rapides peu profonds. Au fur et à mesure qu'elles se développent, elles continuent leur descente des rivières et s'accumulent sur les rochers exposés aux eaux les plus rapides. Fredeen a observé des densités de populations de l'ordre de 70 larves au cm^2. Il a estimé qu'il y en avait 7 milliards sur un barrage de roches traversant la North Saskatchewan à la hauteur de Prince Albert. Fin mai et début juin, les mouches éclosent, s'assemblent et s'accouplent parfois à 65 km du secteur d'éclosion. Seules les femelles se nourrissent de sang; elles peuvent le faire en bandes, souvent à de grandes distances de leur rivière natale. Ce sont ces bandes de femelles qui, chassées par le vent, attaquent le bétail, quel qu'il soit. Les mâles se nourrissent de nectar et de sève; les femelles font de même, entre deux ingestions de sang. Fin juin début juillet, les femelles pondent leurs œufs, à nouveau en bandes, à la surface de l'eau des rivières calmes. Les œufs se déposent dans la boue ou le sable et ils y demeurent jusqu'au printemps suivant.

Cameron a essayé en vain d'éliminer les larves en ajoutant des huiles miscibles à l'eau des rivières. Il a cependant constaté qu'on obtenait de meilleurs résultats en faisant paître les bovins et les chevaux dans la direction (sous couvert) de feux fumigènes ou en les traitant par pulvérisation d'huile. Alors qu'il faisait un bilan des travaux réalisés par la Division de l'entomologie pendant la Seconde Guerre mondiale pour le compte de l'Office de recherches pour la défense, C.R. Twinn (147) a observé que les applications dans les rivières de D.D.T. (insecticide) et d'huile (larvicide) donnaient de bons résultats. De 1949 à 1951, l'équipe Fredeen-Arnason (41) a fait des applications de D.D.T. le long de la North Saskatchewan et de la South Saskatchewan, immédiatement en amont des rapides infestés de larves de mouches noires. Les concentrations de D.D.T. dans l'eau des rivières demeuraient minimes : de une à quatre parties par milliard! Les chercheurs ont néanmoins obtenu un taux d'élimination des larves supérieur à 80 p. 100 à des distances maximales de 60 km, et de 30 p. 100 à 150 km en aval du point d'application. Ils ont expliqué que les larves ingéraient le D.D.T. qui s'était déposé sur les particules de limon jusqu'à ce que la concentration devienne fatale. Ils ont également observé que les poissons de fond insectivores, les cyprins, par exemple, étaient tués quand le concentré d'insecticide était plus dense que l'eau. Vers la fin des années 1960, les preuves

de la rémanence du D.D.T. dans la nature se sont accumulées, et on a jugé que le produit ne devait plus être utilisé dans la lutte contre la mouche noire. Fredeen (40) a montré que le méthoxychlore constituait également un larvicide efficace, mais moins persistant.

Au début des années 1960, le problème de la mouche noire dans les provinces des Prairies a pris de telles proportions qu'il a soulevé un tollé général. L'invasion, en 1962, du bassin de l'Athabaska, dans le centre de l'Alberta, a nécessité une attention immédiate. Le ministère de l'Agriculture de l'Alberta, l'*Alberta Fish and Wildlife Service*, l'Université de l'Alberta, le *Fresh Water Institute*, l'*Alberta Research Council* et la Station de recherches de Lethbridge ont décidé d'unir leurs efforts dans la réalisation d'une vaste étude. W.O. Haufe à la Station de recherches de Lethbridge, a dirigé les travaux; l'étude a porté sur les conséquences biologiques, hydrologiques et écologiques que les mesures proposées pourraient avoir sur le bassin de l'Athabaska (62). Ils ont invité Fredeen à étudier les caractères biologiques des espèces visées (39) et ont conclu que le méthoxychlore, que Fredeen avait déjà soumis à des tests, pourrait être utilisé en toute sécurité si le nombre de larves estimé au fond de la rivière à l'aide des moyens d'échantillonnage habituels atteignait un niveau préétabli.

L'Athabaska a été traitée au méthoxychlore pendant plus de trois ans, à un coût inférieur à 0,30 $ par animal, sans que les poissons en souffrent. D'autres études ont montré que les animaux exposés aux attaques de moustiques et de mouches n'en mouraient pas, mais se développaient moins bien que les animaux protégés. Haufe a calculé que la lutte contre la mouche noire avait rapporté trente fois plus qu'elle n'avait coûté, même s'il tenait compte des décès accidentels.

Comme les rivières et les ruisseaux ne peuvent pas tous être traités, et comme la mouche noire risque d'acquérir, à la longue, une résistance au méthoxychlore, Shemanchuk s'est intéressé aux répulsifs (126). Il a trouvé deux répulsifs qui, appliqués sur tout le corps des animaux en pâture, les protégeaient contre les mouches noires pendant un maximum de 10 jours. Il fallait dix applications pour protéger un animal pendant toute la saison. La méthode convenait aux petits troupeaux confinés, mais n'offrait presque aucun intérêt pour les grands troupeaux en pâturage libre dans de vastes prairies. Shemanchuk et W.G. Taylor cherchent aujourd'hui des répulsifs plus efficaces et plus durables ainsi que de meilleures méthodes d'application.

Il a fallu 60 ans pour trouver une méthode de lutte contre la mouche noire à la fois efficace et écologiquement sûre. Elle peut néanmoins être encore améliorée.

GALLE VERRUQUEUSE DE LA POMME DE TERRE

H.T. Gussow, chef de la Division de la botanique, ne travaillait pour le Service des fermes expérimentales que depuis quelques mois, en 1909, quand on a soupçonné la présence de la galle verruqueuse (galle noire) à Terre-Neuve. Gussow s'est rendu à Terre-Neuve et a constaté (55) qu'un grand nombre de

pommes de terre, particulièrement celles qui venaient des potagers, étaient atteintes de cette grave maladie. La galle noire est due à un champignon primitif, *Synchytrium endobioticum*, qui peut vivre dans le sol 30 ans et plus, particulièrement si son habitat est frais et humide. Le champignon détermine de grosses tumeurs verruqueuses sur les tubercules infectés et entraîne une diminution marquée du rendement.

La découverte de la galle noire et de nids d'hiver de bombyx «cul-brun», *Nygmia phaeorrhoea*, dans des caisses de jeunes plants de fruits arrivant de France (53) a incité C.G. Hewitt, chef de la Division de l'entomologie, et Gussow à préparer ce qui allait devenir la Loi sur les insectes destructeurs et les ennemis des plantes de 1910. Cette Loi a remplacé la Loi sur le kermès San-José adoptée par le Parlement en 1898 et modifiée en 1900. Actualisée et plus générale, la nouvelle loi portait aussi bien sur les insectes que sur les maladies; elle a permis au Canada continental de ne pas être infesté par la galle noire et par d'autres maladies et insectes dangereux.

En 1949, le Labrador et l'île de Terre-Neuve sont devenus la 10e province du Canada. En respectant le règlement qui exigeait qu'on lave les automobiles, les camions et les wagons de chemin de fer pour en enlever la terre avant qu'ils quittent l'île de Terre-Neuve a permis d'y confiner la maladie. Le coût annuel de l'opération, environ un demi-million de dollars, semble élevé. Il en coûterait cependant beaucoup plus de laisser les champs de pommes de terre de semence des autres provinces de la région de l'Atlantique devenir infestés.

Depuis sa création, en 1950, la Station expérimentale de Saint-Jean Ouest s'intéresse au problème de la galle noire. La méthode de lutte consiste à obtenir par sélection des cultivars qui résistent aux attaques de la maladie. Les cultivars Ultimus (hollandais) et Mira (allemand) étaient reconnus pour leur résistance à la galle noire; certaines espèces sauvages et cultivées d'Amérique du Sud l'étaient également. K.G. Proudfoot, O.A. Olsen et M.C. Hampson les ont donc utilisées dans leurs programmes de sélection. Depuis 1969, ces scientifiques ont développé cinq excellents cultivars de pommes de terre dont la précocité de maturité varie et qui résistent à presque toutes les races connues de galle. Les deux premiers, Pink Pearl et Mirton Pearl (110), ont une chaire blanche et un rendement comparable à celui de Kennebec. Pink Pearl résiste aux races de galle 1, 2 et 6, mais non à la race 8. Mirton Pearl résiste à toutes les races de galle qu'on trouve à Terre-Neuve. Le cultivar le plus récent, Brigus, a une peau bleutée, résiste à la galle et est relativement peu attaqué par la gale commune.

Grâce au programme de recherches de la station de Saint-Jean Ouest, les jardiniers amateurs et les grands producteurs de légumes arrivent à cultiver avec succès des pommes de terre à Terre-Neuve. L'incidence de la maladie diminuera quand toutes les pommes de terre cultivées dans l'île appartiendront à des variétés qui résistent à la galle noire. Un jour, le champignon pourra même être éliminé du sol; pour y parvenir, il faudra cependant compter sur plusieurs décennies de surveillance constante.

POURRITURE DES RACINES

Un grand nombre d'organismes et de conditions du sol engendrent la pourriture des racines. Certaines pourritures peuvent être attribuées exclusivement à un champignon, une bactérie, un nématode ou une condition du sol particulière. Le plus souvent, cependant, la pourriture tient à des causes multiples. En guise d'exemple, deux des situations qui s'observent au Canada sont décrites ici.

Problèmes de transplantation de pêchers

Les producteurs de pêches de la péninsule du Niagara et d'autres régions du sud-ouest de l'Ontario, le comté d'Essex en particulier, ont remarqué que les pêchers transplantés dans de vieux vergers se développaient mal, devenaient souvent rachitiques et présentaient des signes de chlorose. En 1955, Koch (78) a observé que les racines présentaient des symptômes du plus grand intérêt du
326 point de vue diagnostique. Elles étaient en effet plus ou moins décolorées et nécrosées. Qui plus est, les racines secondaires issues d'un tissu de racine principale se décoloraient et présentaient des lésions en moins de 24 heures. Un examen au microscope de ces lésions a révélé que certaines étaient causées par des nématodes, mais que dans d'autres, les cellules ou les groupes de cellules mortes ne contenaient pas d'organismes visibles. Les arbres gravement atteints mouraient.

Même si les producteurs de pêches et d'agrumes de certaines régions des États-Unis avaient connu le même problème dans leurs vergers, les producteurs de pêches de l'Ontario, dont plus de la moitié avaient observé que leurs arbres présentaient des symptômes identiques, étaient les seuls au Canada à se trouver dans cette situation. Des scientifiques des États-Unis ont émis l'hypothèse que les racines du pêcher produisaient une toxine, mais ils manquaient de preuves expérimentales concrètes. Patrick (101), Station de recherches de Harrow, a présenté ces preuves en 1955, en montrant que des substances obtenues par lessivage des racines de pêcher inhibaient la respiration de l'apex des racines de pêcher coupées. On obtenait la même réaction en substituant un cyanoglucoside, l'amygdaline, à la solution de lessivage des racines de pêcher. D'autres expériences ont amené Patrick à la conclusion que l'action microbienne de l'amygdaline des racines du pêcher déterminait la production de gaz cyanhydrique (HCN) et qu'elle constituait le principal élément toxique des sols des vieux vergers. Les analyses chimiques de Ward et Durkee (149) ont également révélé que certains tissus des racines de pêcher, l'écorce notamment, contenaient plus de 5 p. 100 d'amygdaline (poids sec). Quand Wensley (155) a traité par fumigation les sols problèmes pour inhiber l'activité des champignons présents dans la rhizosphère, il a constaté que les jeunes plants de pêchers venaient mieux dans la plupart des sols, ce qui confirmait que le problème tenait à l'action des bactéries sur l'amygdaline.

En 1958, Mountain et Boyce (93, 94) ont montré qu'une espèce de nématode, *Pratylenchus penetrans*, était plus répandue dans le comté d'Essex

qu'elle ne l'était dans la péninsule du Niagara, où le problème de la transplantation des pêchers était plus sérieux. Ils ont également découvert que la transplantation posait moins de problèmes lorsque l'intervalle entre l'enlèvement des vieux arbres et la plantation des jeunes était plus grand. Ils ont émis l'hypothèse que cette amélioration était peut-être liée à la diminution de la population des nématodes. Pour réduire les populations de nématodes des plantations de pêchers, on peut notamment y faire pousser de la fétuque élevée, *Festuca arundinacea*, ou de la fétuque rouge, *F. rubra*. Townshend, Cline, Dirks et Marks (144) ont en effet montré récemment que ces fétuques éliminaient les nématodes.

Bien qu'il ait diminué, le problème de la transplantation des pêchers en Ontario demeure. Les producteurs de pêches savent aujourd'hui comment atténuer le problème en cultivant quelque autre plante pendant les deux années qui précèdent la transplantation des pêchers, en fumigeant le sol pour détruire les nématodes lorsque leur population est élevée et en utilisant des espèces appropriées de graminées dans l'engazonnement des vergers.

Piétins

G.B. Sanford, dans le premier relevé systématique des maladies des céréales de l'Alberta (23) effectué en 1927, a observé que les dégâts causés par les piétins étaient importants dans les blés cultivés sur chaume, mais généralement négligeables après une jachère. Un second relevé effectué l'année suivante a amené W.C. Broadfoot et M.W. Cormack à conclure que les piétins constituaient la principale maladie du blé et de l'orge.

Les piétins sont causés par maints organismes. *Ophiobolus graminis* cause le piétin-échaudage, et *Cochliobolus sativus* est le principal agent causal du piétin-verse. W.C. Broadfoot et L.E. Tyner au Laboratoire de phytopathologie d'Edmonton ont montré (23) que ces maladies étaient plus graves quand les plants manquaient de potassium, d'azote et de carbone. Les niveaux de phospore n'avaient aucune influence sur l'apparition des maladies. Dans son étude de 1935 (18), Broadfoot a montré que l'un ou l'autre des deux champignons avait une tendance marquée à prédominer en différents endroits. Il en a donc conclu que les conditions du milieu jouaient un rôle important dans l'apparition de la maladie.

Simmonds et Sallans (132) au Laboratoire de phytopathologie de Saskatoon étaient intéressés à connaître les effets sur le rendement des cultures de différents niveaux de piétins. Dans leurs travaux sur le terrain réalisés à la Ferme expérimentale de Indian Head en 1930, ils ont coupé les racines primaires (séminales) et les racines coronales de plants de blé, à divers stades de croissance. La perte des racines séminales a entraîné une baisse de rendement et a eu tendance à retarder la maturation des plants. La perte des racines coronales, par contre, n'a entraîné qu'une faible diminution du rendement et a eu tendance à favoriser le processus de maturation. Simmonds et Ledingham (131), travaillant dans les mêmes parcelles de Indian Head, ont identifié 44

espèces de champignons associées aux racines du blé. Quinze d'entre elles ont été jugées pathogènes. Plus de 50 p. 100 des isolats étudiés appartenaient à ce groupe et étaient généralement trouvés à moins de 30 cm de la surface du sol.

Les facteurs qui expliquaient l'ampleur des dégâts causés par les piétins ont continué d'échapper aux phytopathologistes et aux agronomes jusqu'en 1947, alors que Sallans (124) a analysé les données recueillies depuis dix ans dans le cadre d'une enquête sur les maladies des plantes. En appliquant des méthodes de corrélation et de régression partielle à cette importante masse de données (avant que le traitement électronique des données ne soit mis à la portée de la majorité des scientifiques), Sallans a estimé que les pertes annuelles imputables au piétin-verse s'élevaient à 350 kg de grains à l'hectare. Des estimations plus récentes (83) situent la perte à 800 000 t par an dans les provinces des Prairies.

Simmonds, Sallans et Ledingham (133) ont ensuite découvert que des conidies de *Helminthosporium sativum* (forme imparfaite de *C. sativus*) abondaient dans les chaumes et à la surface du sol de certains champs. Leurs expériences ont montré que ces conidies étaient des agents pathogènes primaires importants des plantules de blé. Elles leur ont également permis d'établir que la germination des conidies était inhibée par la microflore des chaumes et de la surface du sol. Ils en ont conclu qu'on pourrait utiliser certaines formes d'antibiose pour lutter contre le piétin. De 1951 à 1958, Ledingham, Sallans et Wenhardt (84) ont comparé diverses méthodes de préparation du lit de semence d'une seconde culture de blé d'une rotation 'jachère-blé-blé' à la Station expérimentale de Swift Current. Ils ont observé qu'en substituant la charrue à socs au cultivateur ou à la charrue à disques, on réduisait l'incidence du piétin chez les plantules. Au fur et à mesure que la saison avançait, cependant, les plants devenaient infestés. Au moment où les plants, toujours infestés, parvenaient à maturité, les avantages offerts par le labour avaient disparu.

S.H.F. Chinn et R.D. Tinline ont consacré d'importants travaux aux mécanismes associés à la survie des champignons pathogènes dans le sol. Dans leur rapport de 1964 (22), ils ont montré que les isolats à spores blanc et ocre de *C. sativus* germaient dans le sol, puis disparaissaient, alors que les isolats à spores marron ne présentaient pas cette caractéristique et demeuraient viables dans le sol pendant de longues périodes. H. Katznelson à l'Institut de recherches microbiologiques d'Ottawa a passé en revue (72) les recherches sur la rhizosphère menées avant 1965 et en est arrivé à la conclusion qu'il faudrait consacrer d'autres travaux à la question avant qu'on puisse modifier suffisamment la rhizosphère pour lutter contre les agents pathogènes se développant dans le sol.

Les scientifiques ont continué à chercher des moyens de lutter contre les piétins. Ledingham (82) a montré que la paille et les chaumes incorporés au lit de semence immédiatement avant le semis réduisaient l'incidence du piétin-verse, alors qu'un supplément d'azote provoquait l'effet inverse. Les recherches menées par Ledingham en 1970 ont également confirmé le bien-fondé des pratiques recommandées de lutte contre l'érosion du sol. Atkinson, Neal et

Larson (9) à Lethbridge ont montré, en 1974, que la résistance du blé au piétin-verse tient à un seul chromosome. En 1981, Verma, Chinn, Crowle, Spurr et Tinline (148) sont parvenus à abaisser l'incidence du piétin chez les plantules et les plants de blé parvenus à maturité en traitant les semences avec un fongicide organique complexe de type systémique appelé imazalil. Le traitement des grains de blé à l'imazalil réduit en partie l'incidence du piétin, mais ne fournit pas une garantie de rendement supérieur. Le problème des piétins attend donc encore d'être parfaitement résolu.

VIRUS PHYTOPATHOGÈNES

C'est en 1892 qu'on a découvert que les maladies pouvaient être transmises par d'autres organismes que les champignons ou les bactéries. Un bactériologiste russe, Ivanovski, a observé que la sève d'un plant de tabac atteint de mosaïque pouvait transmettre l'infection à des plants sains, même si on l'avait fait passer à travers un filtre de porcelaine qui retenait les champignons et les bactéries. Le virus est un organisme plus petit que la bactérie; il se reproduit par autogamie. Les bactéries peuvent être observées à l'aide d'un simple microscope optique; les virus, par contre, ne peuvent être vus qu'au microscope électronique. Les virus se multiplient dans des cellules vivantes très sensibles, ce qui les rend difficiles à saisir et à combattre. Ils sont à l'origine d'un grand nombre de maladies infectieuses. En 1902, on attribuait la fièvre aphteuse, qui atteint les bovins, à un virus. En 1915, des virus infectant des bactéries (bactériophages) étaient décrits. L'étude de la virologie s'est intensifiée après 1930, quand les scientifiques ont pris conscience des dangers des virus pour la santé des humains, des animaux et des plantes.

La dégénérescence infectieuse de la pomme de terre observée dans les provinces des Maritimes en 1914 a été la première maladie virale d'une plante à être identifiée au Canada. Au départ, on l'a combattue en éliminant les lots de pommes de terre de semence rejetés à l'inspection (23). Paul A. Murphy, responsable du Laboratoire de phytopathologie de Charlottetown (Île-du-Prince-Édouard) a ensuite mis sur pied, en 1915, le Service de certification des pommes de terre de semence (cf. chapitre 5). En 1916, C.G. Cunningham, au Laboratoire de phytopathologie de Fredericton (Nouveau-Brunswick), a trouvé des lots de pommes de terre relativement peu contaminés et en a fait le point de départ de la production de pommes de terre de semence certifiées au Nouveau-Brunswick. Sous la direction de W.A. McCubbin, le personnel de St. Catharines (Ontario) a poussé plus loin la recherche sur les virus des pommes de terre et l'a étendue aux framboises. En 1920, H.R. McLarty a établi, à Ottawa, l'origine virale de la mosaïque du mélilot. L'année suivante, il était nommé phytopathologiste à Summerland (Colombie-Britannique), le premier à occuper ce poste.

Rankin et Hockey (117), à St. Catharines, ont fait en 1922 la première grande percée dans la lutte contre les virus. Ils ont prouvé que les virus de la mosaïque et de l'enroulement des feuilles du framboisier étaient transmis par

des aphidiens parasites des végétaux et ils ont mis au point des méthodes de lutte.

Pendant ce temps, W. Newton, alors au service du ministère de l'Agriculture de la Colombie-Britannique, a montré que les populations d'aphidiens de la vallée de la Pemberton, au nord de Vancouver, étaient moins nombreuses qu'ailleurs dans la province. Il en a conclu que l'endroit constituait un milieu favorable à la culture de pommes de terre de semence certifiée. En 1928, L.C. Young à la Station expérimentale de Fredericton a lancé un programme de sélection de pommes de terre résistantes aux viroses et, plus tard, en 1932, il a mené avec D.J. MacLeod du Laboratoire de phytopathologie des travaux sur le même sujet. Des milliers de pommes de terre de semence obtenues dans le cadre de ce programme ont été testées dans un grand nombre de fermes expérimentales et de stations de recherches du pays.

Pendant les années 1930, de nouvelles données sur les virus ont paru presque tous les mois. J.W. Eastham, le phytopathologiste de la Colombie-Britannique, a observé des cas de mosaïque du cerisier doux à Nelson, dans la vallée de la Kootenay, en 1932. La maladie de la petite cerise, comme on l'appelle aujourd'hui (140), a bientôt dévasté les cerisaies de la vallée. En 1946, les virologistes sont parvenus à transmettre la maladie par greffage. R.D. McMullen, entomologiste à Summerland (Colombie-Britannique), croit que la cochenille du pommier est le vecteur du virus causal. En 1955, Wilks et Welsh (157) développent un cultivar de cerisier doux (la variété Star) et un certain nombre de plants qui, après inoculation du virus causal de la maladie, ont produit des feuilles qui avaient tendance à rougir. Les scientifiques disposaient ainsi d'un excellent hôte indicateur. Les phytopathologistes et les horticulteurs ont évité que la vallée de l'Okanagan ne subisse le même sort que la vallée de la Kootenay, et ce, aux prix d'un contrôle suivi et de dépenses considérables. Près de 2 000 cerisiers soupçonnés d'être contaminés ont été arrachés de 1969 à 1984 par les fruiticulteurs de la vallée de l'Okanagan.

En 1938, T.B. Lott à Summerland a observé que deux cerisiers d'un verger commercial étaient beaucoup plus petits que les autres arbres du même âge. En 1943 (88), il avait trouvé onze autres arbres rachitiques et montré que cet état pouvait être transmis à de jeunes arbres par écussonnage ou greffage. Avec F.W.L. Keane (89), il a également étudié les cerisiers susceptibles d'être hôtes du virus de la feuille tordue. Lott a consacré sa vie à l'étude des viroses des fruits à noyau et a beaucoup fait progresser l'état des connaissances sur les rapports entre les virus des cerisiers indigènes et ornementaux et ceux des fruits à noyau commerciaux.

G.H. Berkeley, Laboratoire de St. Catharines, a lui aussi étudié les viroses des fruits à noyau. Il a travaillé avec E.E. Hildebrand de l'État de New York et D. Cation du Michigan à la rédaction et la publication en 1942 d'un guide qui a fait autorité et qui a été salué unanimement.

Passé au nouveau Laboratoire de phytopathologie de Saanichton (Colombie-Britannique), Newton a été l'un des pionniers de l'étude des applications de la sérologie aux virus pathogènes. À partir de poulets, par exemple, il a produit

(100) un antisérum rudimentaire, mais utilisable, dont il s'est servi contre le virus latent × de la pomme de terre. Davidson et Sanford (28) à Edmonton (Alberta) ont montré que les pommes de terre infectées par le virus au début de la saison présentaient des signes d'enroulement primaire. Les plants infectés après le milieu de la saison n'étaient pas attaqués par l'enroulement; leur descendance présentait cependant des signes d'enroulement secondaire l'année suivante. Si, toutefois, l'infection se produisait beaucoup plus tard, le virus n'atteignait souvent pas les tubercules. Ils en sont venus à attribuer l'état des tubercules, connu sous le nom de «nécrose réticulée», à des infections qui se produisaient pendant la phase de croissance rapide des tubercules. Leur découverte a mené au développement d'un système d'indexage des tubercules pendant les mois d'hiver qui consiste à prélever un oeil (ou «oeilleton») sur chaque tubercule et à le cultiver en serre. Si le plant obtenu ne présente aucun symptôme de virose, on suppose que le reste du tubercule est sain, et il est planté le printemps suivant.

R.H. Bagnall est muté de Charlottetown à Fredericton en 1946 pour étudier les méthodes de lutte contre le virus Y de la pomme de terre. Ni l'élimination des aphidiens (vecteurs du virus), ni la récolte hâtive n'ont donné de bons résultats. Il s'est donc tourné vers l'étude de l'accroissement de la résistance de la pomme de terre. À la même époque, Gilpatrick et Weintraub (54) à St. Catharines observaient que si l'on inoculait le virus de la mosaïque de l'oeillet à certaines feuilles de *Dianthus* rose les autres feuilles du même plant devenaient plus tard immunisées contre le virus. Le mécanisme a été expliqué par M. Weintraub et W.G. Kemp en 1961. Cette découverte de la résistance acquise des végétaux a stimulé les recherches des virologistes du monde entier, qui ont publié sur la question plusieurs centaines d'articles. Bien que le mécanisme de protection ait ensuite subitement disparu chez ce clone de *D. barbatus*, on a plus tard découvert que le phénomène était une conséquence universelle de l'infection localisée. L'isolement de facteurs antiviraux, qu'on pourrait apparenter à l'interféron chez les mammifères, constitue un projet hautement prioritaire dans bien des laboratoires. Les nouvelles techniques de recombinaison de l'acide désoxyribonucléique (A.D.N.) sont actuellement appliquées à l'obtention d'un clone du gène responsable de la résistance acquise.

Le dépérissement des poiriers de la côte du Pacifique de l'Amérique du Nord a commencé en 1948, époque à laquelle McLarty, de Summerland, a observé, dans le cadre de l'enquête sur les maladies des plantes au Canada, que les poiriers de plusieurs variétés cultivées dans la région qui s'étendait de Penticton à Oliver, au sud, mouraient de quelque cause inconnue. Il a soupçonné qu'il pouvait s'agir d'une virose. En 1970, le dépérissement des poiriers était jugé (77) catastrophique dans l'État de Washington, en Orégon et en Californie.

En 1952, J.T. Slykhuis, à Lethbridge (Alberta), a éclairci le problème du rachitisme et de la diminution du rendement du blé d'hiver auquel les agronomes cherchaient une solution depuis vingt ans. Il a montré (139) que le blé était atteint d'une virose, la mosaïque-bigarrure, dont le vecteur était un acarien du genre *Aceria*. L'année suivante, il avait appris comment lutter contre l'acarien

et, de ce fait, contre le virus. Concrètement, cette découverte a donné lieu, à elle seule, à un accroissement de production de milliers de tonnes de blé d'hiver en Alberta et en Saskatchewan.

Les recherches sur les virus se sont accélérées quand R.E. Fitzpatrick a quitté Summerland pour établir un laboratoire de phytopathologie du Service des sciences sur le campus de l'Université de la Colombie-Britannique, en 1946. Il a choisi d'axer les efforts de recherche sur les viroses des fraises, des framboises et des pommes de terre. En 1955, Fitzpatrick et son équipe de virologistes, de chimistes et d'entomologistes se sont intéressés à la méthode de détection sérologique des viroses mises au point par Newton, mais ils ont utilisé des lapins au lieu de poulets. Les lapins auxquels on injectait un virus phytopathogène purifié produisaient un antisérum sanguin qui, mis en contact avec le jus d'une plante infectée par le même virus, déterminait la formation d'un précipité observable. Si le virus inconnu avait été différent, il n'y aurait pas eu de précipitation. La méthode a été beaucoup utilisée, notamment par Hamilton et
332 Nichols (58), qui l'ont appliquée à la détection d'une virose du pois potager. Auparavant, l'identification des virus se faisait par l'observation des symptômes des plantes hôtes et par l'étude des insectes vecteurs. Ces méthodes demandaient beaucoup de temps et, souvent, ne donnaient pas de résultats concluants.

Fitzpatrick, Stace-Smith et Mellor (50) sont également parvenus à débarrasser le fraisier du cultivar British Sovereign et le framboisier du cultivar Cuthbert des viroses qui les attaquaient en soumettant des plants en croissance à des températures de 35 °C à 41 °C pendant 9 à 11 jours. Certains des plants qui ont survécu à un traitement aussi rigoureux avaient apparemment été débarrassés de tous les virus qui les parasitaient. Il s'agissait d'une grande réalisation. En effet, en appliquant les méthodes de multiplication habituelles et en prenant soin d'éviter les infestations d'insectes, on pouvait désormais cultiver commercialement des champs complets de fraisiers et de framboisiers sans virus. Comme on aurait pu le prévoir, les plants sans virus produisent plus de fruits que les plants infectés, environ 20 p. 100 de plus. La multiplication des plants sains a été faite sans les abris grillagés de la Ferme expérimentale d'Agassiz, où l'on produisait déjà des plants non atteints de stèle rouge.

En 1967, Raine (115) a découvert que les cicadelles étaient les vecteurs du balai de sorcière de la pomme de terre. Wright, MacCarthy et Forbes (62), en 1970, ont associé les problèmes d'enroulement des feuilles de la pomme de terre et les dégâts causés par le puceron vert du pêcher dans le bas de la vallée du Fraser à la présence dans cette région d'un centre de production de semences de betterave sucrière. L'éradication des virus × et S des variétés de pommes de terre cultivées en Amérique du Nord et le soutien accordé au développement d'une industrie de production commerciale de pommes de terre de semence sans virus ont constitué des réalisations d'une importance considérable. En 1972, N.S. Wright, R. Stace-Smith, F.C. Mellor et E.F. Cole ont obtenu une prime au mérite de la Commission de la Fonction publique du Canada pour leurs recherches fondamentales sur l'éradication des viroses de certains cultivars de pommes de terre. Leurs efforts ont mené à la création des Pemberton

Meadows, secteur isolé de production commerciale de pommes de terre de semence sans virus.

En 1964, Ragetli et Weintraub (114) ont développé l'immuno-osmophorèse, méthode d'analyse quantitative des virus en préparations non purifiées qui simplifiait l'identification formelle des plantes porteuses de virus. Jacoli (71) a observé au microscope électronique la translocation d'organismes ressemblant à des mycoplasmes dans les tubes criblés de tissus d'aster atteints de jaunisse, et Weintraub, Ragetli et Leung (153) ont observé la présence de particules virales allongées dans les méats intercellulaires. Ces observations donnaient aux chercheurs des indications sur le mécanisme de propagation probable des viroses d'une cellule à une autre. Les propriétés physiques et chimiques des virus en facilitent l'identification et la nomenclature.

Quatre décennies de recherches menées à Vancouver ont donné lieu à des progrès importants dans la lutte contre les maladies virales du fraisier, du framboisier et de la pomme de terre, et ont contribué au développement des connaissances sur les viroses. Grâce aux découvertes de ces scientifiques, la Station de recherches de Vancouver a été reconnue comme le premier centre canadien d'étude des virus phytopathogènes.

En 1959, Bagnall, à Fredericton, travaillant à l'Université du Wisconsin, a isolé trois virus d'un complexe pathogène (mosaïque) de la pomme de terre (10). Deux d'entre eux, les virus S et M, quoique différents à plusieurs égards et faciles à distinguer l'un de l'autre, présentaient certaines similitudes sérologiques. Bagnall a poursuivi ses recherches avec l'aide de deux scientifiques allemands et a produit un antisérum de titre élevé. Ils ont montré que les particules types des trois virus avaient essentiellement la même longueur et ils ont supposé que les relations sérologiques distantes étaient peut-être plus répandues qu'on ne le croyait. Aujourd'hui, on distingue vingt groupes de virus, et plus de douze d'entre eux présentent de telles relations sérologiques.

R.H.E. Bradley, à Fredericton également, a effectué plusieurs expériences ingénieuses (16) pour montrer comment les aphidiens étaient très facilement contaminés par le virus Y de la pomme de terre par la simple introduction de leur bec dans l'épiderme d'une feuille. Ses techniques consistaient notamment à mesurer la partie exposée du bec des aphidiens après leur anesthésie au CO_2, à inactiver le virus sur la partie exposée du bec avec une solution de formol ou par irradiation à l'ultraviolet, et à laisser les aphidiens se nourrir à travers des membranes comme le parafilm et l'épiderme prélevé sur diverses plantes. Ce travail et d'autres études ont mené Bradley, Wade et Wood (17) au concept de la pulvérisation d'une émulsion d'huile diluée sur les plantes. Concrètement, cette méthode a contribué à réduire la propagation du virus Y de la pomme de terre dans des proportions qui ont atteint 80 p. 100. Elle est aujourd'hui très répandue.

À Summerland, M.F. Welsh et des collaborateurs se sont principalement intéressés à prévenir l'introduction de certains virus dans les arbres fruitiers des vallées de l'Okanagan et de la Kootenay. D.V. Fisher, pomologiste à la station de recherches, a organisé, en collaboration avec le ministère de l'Agriculture de la Colombie-Britannique et la *British Columbia Nurserymen's Association*, une

pépinière de production de greffons. En 1962, la *British Columbia Fruit Growers' Association* s'est engagée à fournir la pépinière en greffons conformes à des plants-mères sains et à en assurer la distribution auprès des pépinières commerciales.

Après que Slykhuis a découvert le vecteur de la mosaïque-bigarrure du blé, P.H. Westdal, à Winnipeg (Manitoba), a cherché à découvrir les vecteurs d'autres viroses des céréales. En 1957 (156), il a observé que la propagation du virus (appelé aujourd'hui mycoplasme) de la jaunisse de l'aster avait coïncidé avec d'importantes migrations de cicadelles à six points, des États-Unis vers le Manitoba. C.C. Gill, en 1964, et A.W. Chiko, en 1970, se sont joints à Westdal pour étudier cinq virus (dont l'un était en fait un mycoplasme) parasites des céréales, et ils ont montré que le nanisme jaune de l'orge, également transmis par des aphidiens migrateurs des États-Unis, était la virose qui entraînait les pires pertes économiques. Pour combattre le nanisme jaune de l'orge, on a incorporé un gène résistant aux cultivars d'orge et plusieurs gènes résistants aux cultivars d'avoine. Les semis doivent se faire le plus tôt possible au printemps pour que les plants échappent aux aphidiens infectieux.

Au cours des années 1950 et 1960, les scientifiques à St. Catharines ont centré leurs efforts sur l'étude des virus parasites des arbres fruitiers. George et Davidson (52) ont découvert que les virus responsables de la tache annulaire nécrotique et du nanisme du prunier étaient répandus dans le pollen infecté, ce qui a mené à une meilleure compréhension de l'épidémiologie des virus. Tremaine, Willison et Allen (45) ont été parmi les premiers chercheurs d'Amérique du Nord à entreprendre des études sur l'isolement et la caractérisation des virus des arbres fruitiers. Leurs efforts leur ont permis de découvrir que ces virus appartenaient à plusieurs groupes différents. Allen et Davidson, qui cherchaient à améliorer la qualité des plants de pépinière, ont mis sur pied le programme de contrôle viral des fruits de l'Ontario. En 1971, les fraises et les framboises ont été ajoutées (2) au programme, qui offre aujourd'hui ses services aux pépinières et aux établissements de recherche de tout le Canada.

H.F. Dias a mis sur pied un programme de contrôle viral des raisins qui a été confié en 1978 à l'*Ontario Grape Growers' Marketing Board* grâce à une subvention de l'administration fédérale. Il a établi (31) que le virus responsable de la nécrose du concombre était transmis par un champignon qui se développe dans le sol. Allen et Dias (3) ont collaboré à la caractérisation des virus parasites des fruits et des raisins transmis par des nématodes en Ontario. L'étude des virus qui se développent dans le sol constitue aujourd'hui un élément important du programme de recherches de Vineland (Ontario), station qui a accueilli le personnel de St. Catharines en 1959.

Sur la côte Ouest, J.A. Freeman, à Agassiz, et F.C. Mellor, à Vancouver, ont montré, en 1962 (45), que trois virus latents (virus ne déterminant aucun symptôme sur la plante hôte) réduisaient la vigueur, le rendement et la taille des fruits des fraisiers, le rendement de 25 p. 100, et la taille des fruits de 20 p. 100. La tentative, en 1955, de certification de plants de fraisiers n'a pas connu de succès; plus tard, Freeman et Mellor ont acquis la certitude qu'ils avaient réussi à obtenir

des plants sains et ils ont essayé à nouveau de mettre sur pied un programme de certification. Ils y sont parvenus, et les producteurs peuvent aujourd'hui obtenir des plants sains. À la même époque, Welsh, à Summerland, avait découvert un certain nombre de virus causant des dommages aux pommes des vergers de l'Okanagan. Welsh et Nyland (154), à l'Université de la Californie, ont découvert qu'on pouvait inactiver les virus en les exposant à une température de 38 °C pendant une période qui pouvait atteindre sept semaines.

En 1965, Freeman et Stace-Smith (46) ont entrepris une étude sur les virus du framboisier rouge qui allait se révéler productive. Ils ont montré que les variétés de framboisiers ne réagissaient pas toutes de la même façon aux effets du virus de la tache annulaire de la tomate propagé par un nématode (47) et ils ont appris comment on pouvait reconnaître avec certitude les plants atteints (48). En 1975, ils ont travaillé avec H.A. Daubeny, améliorateur de petits fruits à Vancouver, et ont déterminé de quelle façon le virus de la tache annulaire de la tomate (26) pouvait rendre friables les fruits des cultivars susceptibles. En 1978, les trois mêmes chercheurs (27) ont été les premiers en Amérique du Nord à identifier le virus du rabougrissement en touffe du framboisier.

C'est sur les instances de Welsh et grâce aux efforts de coopération de la Direction générale de la recherche et de la Division de la protection des plantes d'Agriculture Canada qu'a été inaugurée, en 1965, la station de quarantaine de Saanichton. La station, dont on dit qu'elle vient au premier rang des centres de mise en quarantaine d'arbres fruitiers du monde, a pour mission de cultiver les végétaux destinés à être importés au Canada, de voir s'ils sont virosés et d'autoriser les plants sains.

Une nouvelle équipe de scientifiques a été formée en 1967 à l'Institut de recherches sur la biologie cellulaire d'Ottawa (appelé plus tard l'Institut de recherches chimiques et biologiques). Slykhuis a été muté de Lethbridge pour se joindre à R.C. Sinha, L.N. Chiykowski et Y.C. Paliwal. Ils allaient se spécialiser dans l'étude des relations virus-vecteur et appuyer ainsi les efforts de l'équipe de virologie à Vancouver. Ils ont commencé par étudier les maladies du type jaunisse des céréales, des légumineuses fourragères et des arbres fruitiers, car ils croyaient qu'elles étaient d'origine virale. Ils n'ont cependant pas tardé à constater que ces maladies étaient causées par un mycoplasme. Les mycoplasmes sont plus gros que les virus, mais plus petits que les bactéries. Les symptômes qu'ils déterminent sur les plantes s'apparentent à ceux qu'on associe aux virus; jusqu'en 1967, d'ailleurs, on croyait qu'il s'agissait de virus. Contrairement aux virus, toutefois, certains mycoplasmes phytopathogènes peuvent être cultivés en milieu artificiel, les maladies qu'ils provoquent réagissent aux antibiotiques, leur taille et leur forme varient, et ils ne sont transmis que par les cicadelles. L'équipe a fait quantité d'importantes contributions à la connaissance des mécanismes de transmission des virus et des mycoplasmes (137) et à la méthode de détection sérologique des mycoplasmes (138) chez les plantes.

En 1970, Singh (134), à Fredericton, a montré que la filosité des tubercules de pommes de terre était une maladie qui pouvait être transmise par des pommes de terre de semence généalogiques, ce qui constituait une première

dans le cas des maladies de la pomme de terre. Plus tard, en collaboration avec Bagnall (135) et Clark (136), Singh a découvert que la filosité était causée par un acide nucléique infectieux ne contenant aucune protéine et dont on a montré plus tard qu'il avait un très faible poids moléculaire; il est aujourd'hui appelé un «viroïde» – nouvelle classe d'agents responsables de plusieurs maladies des plantes dans le monde entier.

À Fredericton, dans les années 1930, Young et MacLeod ont cherché à trouver des pommes de terre qui résistaient au virus. En 1972, Bagnall et Young (11) ont montré que la résistance était un caractère récessif. Cela a amené Young, Davies et Johnston (163) à développer une variété, la Jemseg, qui résistait aux virus latents et aux virus des mosaïques.

Jusqu'en 1977, on avait recours à trois méthodes pour obtenir des plants exempts de virus : la sélection, la thermothérapie et la culture de méristème suivies d'un micro-greffage. En 1972, des spécialistes de la recherche médicale ont découvert qu'un composé organique, la ribavirine, éliminait les virus. Cinq ans plus tard, des virologistes montraient que la ribavirine pouvait être utilisée efficacement dans la chimiothérapie d'une virose de la pomme de terre. A.J. Hansen, à Summerland, a réalisé avec succès des essais analogues sur un virus de la pomme (60). Il a également observé que, appliquée à diverses espèces du genre *Prunus*, la ribavirine donnait de bons résultats (61) et qu'elle était moins coûteuse que les autres méthodes d'obtention de végétaux exempts de virus.

Les virologistes des plantes ont surveillé de près quantité de végétaux alimentaires et de plantes ornementales du Canada. Ces hommes et ces femmes ont souvent été au premier plan de la recherche scientifique, sans jamais oublier de voir comment leurs connaissances pourraient être mises au service des agriculteurs canadiens. Il a donc été rassurant pour eux d'entendre dire, par deux virologistes américains, Shepard et Claflin (127), en 1975, que «les seuls efforts sérieux actuellement faits en Amérique du Nord pour produire des (pommes de terre de) semences certifiées et non contaminées (par des virus) au niveau de la production s'observent au Canada, en Colombie-Britannique». Et ces travaux se font dans la même vallée que Newton avait jugée la plus propice, il y a 50 ans, à la culture de pommes de terre de semence certifiées parce que la population d'aphidiens y était infime.

MALHERBOLOGIE

Comparée à de nombreuses autres sciences du domaine de l'agriculture, la malherbologie est une science jeune. Les mauvaises herbes n'en préoccupaient pas moins les agriculteurs et le personnel des fermes expérimentales dix ans avant le début du XX^{e} siècle. Chacun savait que les infestations de mauvaises herbes entraînaient de lourdes pertes dans les cultures et que la présence de graines de mauvaises herbes dépréciait la qualité des récoltes.

J. Fletcher, entomologiste et botaniste, dans le deuxième rapport qu'il soumettait à son directeur, en 1888, observait que les minotiers s'inquiétaient de la présence de graines de mauvaises herbes dans le blé. Fletcher a établi que la

majorité de ces graines venaient de la renouée liseron, *Polygonum convolvulus*. Importée par inadvertance d'Europe, la renouée liseron était répandue, en 1888, dans tout le Canada. Fletcher a recommandé que les agriculteurs séparent les fines graines de la renouée des grains de blé par tamisage, avant les semis. Il a également reçu des échantillons de laiteron des champs (vivace) qu'on lui demandait d'identifier et à l'égard duquel on lui demandait de recommander des méthodes de lutte. Dans ses écrits et dans les nombreuses allocutions qu'il a prononcées devant des cultivateurs de l'Ouest (56), Fletcher préconisait «une vigilance constante et la pratique de la jachère».

Le premier bulletin d'une ferme expérimentale consacré aux mauvaises herbes (35) a été écrit par Fletcher; publié en juillet 1897, il a été réimprimé en février 1907. Fletcher y décrivait succinctement les diverses pratiques culturales propres à détruire les mauvaises herbes annuelles et vivaces. Ces pratiques comprenaient notamment de fréquents sarclages des cultures en lignes, l'utilisation de moyens propres à éviter que les mauvaises herbes ne produisent des graines, la pratique de la jachère et des semis de graminées ou de trèfle. Il a également recommandé qu'on recouvre les parcelles d'adventices vivaces et particulièrement difficiles à éliminer d'une meule de paille ou d'un tas de fumier. Fletcher a publié des esquisses des adventices les plus répandues ainsi qu'une liste de 164 mauvaises herbes du Canada dans laquelle il donnait une description de ces mauvaises herbes et recommandait des méthodes d'éradication.

Fletcher s'est intéressé à la question du désherbage mécanique, et F.T. Shutt, chimiste en chef, a étudié les possibilités d'utilisation des produits chimiques. En 1899, Fletcher écrivait : «l'introduction des sarcleuses dans les régions sèches de l'Ouest constitue, à mes yeux, un événement d'une importance capitale pour tous les producteurs de céréales». Le sarclage se faisait avec des herses, souvent groupées par paire, quand les mauvaises herbes étaient encore très petites, et alors que les céréales faisaient de 2,5 à 20 cm de hauteur. Cette méthode de désherbage était utilisée et fortement recommandée par A. Mackay, régisseur de la Ferme expérimentale de Indian Head (Saskatchewan). En 1899, Shutt a fait l'essai de pulvérisations de sulfate de cuivre et de fer après avoir pris connaissance de rapports sur les succès obtenus par ces traitements en Angleterre et en France. Il a observé qu'une solution à 2 p. 100 de sulfate de cuivre pulvérisé à raison de 560 L/ha avant que les herbes n'atteignent 15 cm de haut éliminait tous les plants de moutarde. Il a de plus constaté que le traitement avait un effet variétal spécifique : il détruisait la moutarde des champs, *Brassica sinapistrum*, mais n'avait aucun effet sur la moutarde des oiseaux, *B. campestris*. L'utilisation du sulfate de cuivre et, plus tard, du sulfate de fer, dans la lutte contre la moutarde sauvage s'est poursuivie pendant les années 1940 à Kentville (Nouvelle-Écosse) L'Assomption (Québec), Ottawa (Ontario) et Regina (Saskatchewan). En 1932, les chercheurs de Regina ont ajouté à leurs traitements une solution à 6 p. 100 d'acide sulfurique appliquée à raison de 1 100 L/ha. L'acide sulfurique a donné de bons résultats cette année-là et en 1933; en 1934, cependant, il s'est révélé néfaste, en raison de la grave sécheresse qui sévissait. Le chlorate de sodium appliqué à des taux pouvant atteindre 1 100 kg/ha a dû

être utilisé dans la lutte contre le chardon des champs, *Cirsium arvense*, mais ses effets résiduels ont empêché la croissance des céréales pendant une période qui est allée jusqu'à quatre ans après le traitement.

Le premier scientifique à être employé à plein temps à l'étude des mauvaises herbes au Canada a été G. Knowles (143). Il a été affecté à la Division des fibres (Ottawa) en 1923, à titre d'adjoint de R.J. Hutchison, chef de la division; en 1935, on lui confiait la responsabilité du désherbage des plantes à fibre industrielle. Les mauvaises herbes ont tendance à étouffer le lin, et certaines d'entre elles gênent le teillage des fibres et le nettoyage des graines. Jusqu'en 1942, la lutte contre la moutarde dans les champs de lin et les cultures céréalières se faisait par pulvérisations de solutions à 4 p. 100 de sulfate de cuivre. Knowles a ensuite préconisé l'utilisation du sel sodique du dinitro-ortho-crésol (Sinox) comme herbicide sélectif susceptible d'éliminer les mauvaises herbes à larges feuilles dans les cultures de lin. Il a constaté que le produit agissait un peu moins rapidement que le sulfate de cuivre, mais qu'il était tout aussi efficace et qu'il présentait l'avantage de ne pas corroder l'équipement utilisé.

Les méthodes de répression des mauvaises herbes ont continué d'intéresser les agronomes d'un nombre croissant d'établissements de la Direction générale de la recherche. À Brandon, par exemple, on a lutté avec succès contre la folle avoine en ayant recours à une rotation de trois ans du type 'foin-jachère-céréales'. Les scientifiques de Lethbridge sont parvenus à des conclusions analogues en remplaçant le foin par la luzerne. Ils ont cependant estimé qu'une culture de 5 à 10 ans de foin ou de 2 ans de betterave sucrière éliminerait la folle avoine. Les agronomes de Lethbridge sont parvenus à combattre efficacement le chardon des champs en cultivant de la luzerne, pendant 3 ans et plus, en terrain irrigué.

Pour combattre les mauvaises herbes, il faut pouvoir les identifier avec précision. Bon nombre d'espèces de plantes appartenant à un même genre présentent des similitudes apparentes, mais réagissent souvent différemment à un traitement. Les scientifiques qui s'intéressent à la malherbologie doivent donc compter sur l'aide des spécialistes de la taxonomie botanique pour reconnaître les diverses espèces. N. Criddle, de Treesbank (Manitoba), a été l'un des premiers au Canada à faire une étude détaillée des folles avoines. Alors qu'il était à la Direction générale des semences, il a travaillé pendant cinq ans à la réalisation d'une étude sur la question (25), étude qu'il a terminée en 1912. Dans le cadre de ce travail, il a comparé la folle avoine, *Avena fatua*, à cinq types de fausse folle avoine (aberrants génétiques de l'avoine cultivée, *A. sativa*) pour déterminer si les fausses folles avoines pouvaient être aussi nuisibles aux cultures de céréales que la folle avoine véritable. Il est parvenu à la conclusion que cela n'était pas le cas, parce que les graines fraîches de fausse folle avoine germaient rapidement et pouvaient être détruites immédiatement, alors que les graines de la folle avoine véritable demeuraient souvent en état de dormance dans le sol pendant plusieurs années avant de germer. Le travail de Criddle est remarquable par sa minutie et par la qualité des dessins à la plume de l'auteur qui l'accompagnent.

En 1937, alors qu'il s'intéressait aux moyens de maximiser la production des cultures dans les conditions de faible humidité qui prévalaient dans les Prairies à l'époque, W.S. Chepil, à Swift Current, a étudié les effets nuisibles des mauvaises herbes. Toutefois, il en a reconnu également les avantages; les graines en état de dormance et auxquelles on fournit de l'humidité germent et protègent le sol contre diverses formes d'érosion éolienne et hydrique. Après avoir étudié les graines de 58 espèces de mauvaises herbes pendant six ans, il est parvenu à la conclusion (21) qu'elles se comportaient très différemment les unes des autres dans les sols cultivés. Il a également observé que la période de dormance, qui détermine l'uniformité de la germination, était l'un des principaux facteurs qui expliquaient les dégâts causés par les mauvaises herbes.

Plus de 50 ans après que Criddle eut terminé ses recherches, la dormance de la graine de la folle avoine faisait toujours l'objet de travaux de recherche. Hay (69), à Ottawa, a observé, au cours de ses expériences de 1961, que la graine demeurait en état de dormance tant que persistaient des conditions défavorables à sa germination : manque d'oxygène, obstacles aux mouvements des gaz autour de l'embryon, températures supérieures à la température optimale, ainsi de suite. Sexsmith (125), à Lethbridge, a observé que des lignées différentes de folle avoine réagissaient différemment aux régimes de température et d'humidité auxquels elles étaient soumises pendant leur croissance. Ainsi, les graines de plants cultivés à 15 °C dans un sol humide présentaient une dormance de 30 à 100 p. 100 supérieure à celle des graines de plants cultivés à 27 °C en sol sec. Sexsmith en a conclu qu'un temps chaud et sec déterminerait la production de faibles quantités de graines de folle avoine à dormance limitée, et qu'on pourrait par conséquent les détruire facilement. L'inverse était vrai des graines produites par temps plus frais et humide.

D'autres chercheurs de l'Institut de recherches biosystématiques comme I.J. Bassett, R.J. Moore et C. Frankton ont consacré des études détaillées aux plantains et aux chardons. Bassett (15) a étudié sept espèces du genre *Plantago* poussant en Amérique du Nord, dont une n'était pas indigène. Jusqu'à cette époque, la distinction entre certaines espèces prêtait à confusion; Bassett a cependant montré comment on pouvait arriver à les distinguer. Il a constaté que chaque espèce avait une aire de répartition distincte. Des recherches comparables menées par Moore et Frankton (92) sur quatre espèces nord-américaines de *Cirsium* (chardon) ont contribué à dissiper la confusion qui régnait entre ces espèces et d'autres.

En 1945, les principes de lutte contre les mauvaises herbes ont été radicalement modifiés par l'introduction de l'acide 2,4-dichlorophénoxyacétique, communément appelé 2,4-D, et de l'acide 4-chloro-2-méthylphénoxyacétique, le MCPA. A.E. Smith, de Regina, rapporte (141) que le 2,4-D a été mis à l'essai pour la première fois au Canada en 1945. En moins de cinq ans, près de 6 000 000 ha de cultures céréalières étaient pulvérisés tous les ans dans l'ouest du Canada. Le 2,4-D est utilisé presque partout dans le monde; c'est en effet un herbicide sélectif qui tue les plantes à feuilles larges et laisse les céréales se développer sans trop de problèmes. L'introduction de l'acide 2,4-D a été à

l'origine du développement, les années suivantes, de nombreux autres herbicides sélectifs.

Des scientifiques comme W.H. Minshall, à l'Institut de recherches de London (Ontario), ont étudié le mode d'action de divers herbicides. En 1967, Minshall a montré (91) qu'en appliquant un engrais azoté sous forme d'urée ou de nitrate de potassium en association avec un herbicide (l'atrazine), on accroissait la concentration de l'atrazine dans l'exsudat de la tige coupée d'un plant de tomate. Sur la côte Ouest, un an plus tard, Freeman et Finlayson (43) ont été les premiers à observer une interaction entre un herbicide et un insecticide appliqués ensemble. Dans certains cas, les rendements des cultures de choux diminuaient considérablement. Au cours d'une période de sept années, ils (44) ont observé que 29 des 215 combinaisons herbicide-insecticide appliquées sur des champs de rutabaga avaient des propriétés phytotoxiques. Dans les provinces des Maritimes, Leefe (85) a montré que la simazine appliquée sur des sols acides (pH de 4,2) ne causait que des dégâts minimes aux plants de fraises, mais que les dégâts devenaient beaucoup plus importants si l'acidité du sol était abaissée par l'apport de chaux (pH de 6,5). Ces travaux et de nombreuses autres expériences du genre ont montré que les herbicides, appliqués avec soin, étaient utiles.

Mauvaises herbes aquatiques

Les canaux d'irrigation de surface, les bassins peu profonds de réserve d'eau d'irrigation et les fossés de drainage peuvent être envahis par les mauvaises herbes aquatiques. Les canaux et les fossés sont fréquemment débarrassés de ces mauvaises herbes avec une pelle excavatrice ou une pelle à benne traînante; l'opération est coûteuse, mais efficace. Dans les lacs, on lutte contre la population par les mauvaises herbes à l'aide de diverses récolteuses sous-marines. Ces machines n'offrent cependant qu'un intérêt limité, car elles enlèvent les tiges et les feuilles, mais non les racines.

R.J. Allan, à la Station de recherches de Lethbridge, a été l'un des premiers au Canada à étudier l'efficacité des herbicides sélectifs dans la lutte contre les mauvaises herbes aquatiques. En 1969, Allan, McDonald et Hall (1) ont montré que certains herbicides donnaient de bons résultats dans la lutte contre les mauvaises herbes aquatiques pourvu qu'on les applique à 1 m ou plus sous la surface de l'eau.

Lutte biologique

L'un des objectifs du programme de l'Institut de lutte biologique, établi à Belleville (Ontario), en 1929, consistait à découvrir des insectes et des champignons qui s'attaqueraient aux mauvaises herbes sans endommager les cultures. Il s'agissait d'une tâche difficile nécessitant un grand soin dans la sélection d'éventuels parasites qui s'attaqueraient uniquement aux mauvaises herbes cibles sans devenir eux-mêmes des ennemis des cultures. Harris et Zwolfer (68)

ont établi une liste des six principales mesures qui devraient précéder l'utilisation d'un nouveau parasite.

Dans un essai de répression du séneçon jacobée, *Senecio jacobaea*, toxique pour le bétail, Harris, Wilkinson, Neary et Thompson (67) ont introduit avec succès la tyria, *Tyria jacobaea*, en Colombie-Britannique, en Nouvelle-Écosse et à l'Île-du-Prince-Édouard. La larve de la tyria se nourrit uniquement des feuilles du séneçon; elle dépouille la plante de ses feuilles et en limite ainsi la propagation sans jamais, évidemment, l'éliminer complètement. Théoriquement, plus la tyria se multiplie, plus la vigueur du séneçon diminue, et le système demeure en équilibre. Des descendants des tyrias introduits et lâchés par Harris et ses collaborateurs de 1961 à 1967 ont été retrouvés dans trois des quinze points de lâcher : un à l'Île-du-Prince-Édouard, un en Nouvelle-Écosse et un en Colombie-Britannique. Il a fallu trois à quatre générations à ces papillons d'Europe pour s'adapter à leur nouveau milieu. En 1984, Harris, Wilkinson et Myers (66) pouvaient écrire : «la tyria est maintenant présente dans toutes les régions du Canada infestées par le séneçon, y compris à Terre-Neuve, où aucun lâcher n'a été fait».

L'introduction d'Europe d'un charançon granivore, *Rhinocyllus conicus*, qui se nourrit des épis du chardon penché, *Carduus nutans*, fournit un autre exemple de réussite. Le chardon penché pousse en peuplements denses, dans les prairies sèches et non cultivées de nombreuses régions de l'Amérique du Nord. Le projet a commencé en 1962 par la réalisation d'enquêtes financées par le Canada sur les insectes trouvés sur les mauvaises herbes d'Europe. Les premiers lâchers de *R. conicus* au Canada ont été faits par Harris (65), en 1968. En 1980, tous les peuplements de chardon penché du centre de la Saskatchewan étaient parasités par l'insecte. La population de chardons penchés a si bien diminué qu'elle n'entraîne plus de pertes dans les prairies du Canada.

D'autres tentatives de lutte contre les mauvaises herbes par des moyens biologiques n'ont pas connu autant de succès. Peschken (102) a constaté qu'il était particulièrement difficile de lutter contre le chardon des champs, *Cirsium arvense*, car les œufs et les larves de plusieurs insectes qui le parasitent sont détruits par les opérations culturales. Saidak et Marriage (122), à Harrow (Ontario), sont néanmoins parvenus à lutter efficacement contre la plante en détruisant à la fois la partie supérieure et les racines avec deux herbicides, l'amitrole et le glyphosate.

La lutte contre la plupart des mauvaises herbes fait maintenant partie du travail courant des agriculteurs. Les ventes d'herbicides contre la folle avoine s'élèvent annuellement, au Canada, à 320 $ millions; elles forment d'ailleurs la principale composante du marché actuel des produits antiparasitaires à usage agricole, évalué à 700 $ millions. Ces frais d'exploitation permettent cependant aux producteurs de céréales d'obtenir des récoltes exemptes de folles avoines et d'accroître de ce fait leurs rendements et leurs revenus nets. Après avoir étudié des données recueillies pendant 70 ans sur la rotation des cultures dans les terres sèches, Freyman et des collègues (49), à Lethbridge, sont arrivés à la conclusion

que la lutte chimique contre les mauvaises herbes avait été le principal facteur de l'accroissement des rendements.

RECHERCHE SUR LES BASSES TEMPÉRATURES

L'un des premiers problèmes étudiés par Saunders en 1887 a été les dégâts causés aux végétaux par les basses températures, en hiver. Certaines variétés de pommier et de poirier pouvaient résister aux hivers rigoureux, mais les boutons à fruit et les rameaux supérieurs d'autres variétés étaient endommagés ou détruits. Parfois, les arbres étaient totalement détruits.

Sa méthode a consisté à chercher des variétés rustiques adaptées aux conditions canadiennes. Il a obtenu de nombreuses espèces et variétés d'arbres qui avaient été importées pour la première fois au Canada de Russie par Charles Gibb, arboriculteur renommé d'Abbotsford (Québec). Parmi ces arbres figurait une variété de pommier russe, *Malus baccata*, qui résistait particulièrement bien
342 à toutes les conditions canadiennes. On l'a abondamment utilisée comme greffon et porte-greffe intermédiaire dans la multiplication des pommiers et des poiriers. On obtenait des arbres dont la charpente était protégée, mais dont les branches fruitières des variétés commerciales demeuraient sensibles aux effets des basses températures. Il fallait donc trouver pour le greffage des variétés fruitières plus résistantes.

La sélection des pommes, des poires, des cerises, des pêches et d'autres fruits avait commencé au Canada avant 1886. La plupart des variétés prometteuses avaient été testées dans chacune des cinq fermes expérimentales. Saunders a entrepris un long processus qui consistait à obtenir des plants des variétés les plus rustiques, puis à faire des croisements contrôlés (cf. chapitre 17). Il devait attendre que les plants se développent suffisamment pour porter des fruits, puis qu'ils passent par plusieurs hivers d'épreuve pour voir s'ils pouvaient résister aux grands froids. N'y avait-il pas ou ne pouvait-on pas trouver un test susceptible de hâter le processus et d'éviter aux chercheurs d'attendre un hiver sur dix suffisamment rigoureux pour donner des résultats concluants?

En 1940, M. MacArthur, Division de l'horticulture, a plongé des plants congelés dans de l'eau avant d'appliquer une charge électrique à la solution obtenue. Elle a constaté que plus le courant passait facilement à travers le liquide, plus le plant était sensible aux basses températures. Le test était simple et il donnait de bons résultats parce que les cellules endommagées par le froid libéraient leur contenu dans l'eau. Le courant électrique traversait d'autant mieux la solution que la concentration des éléments cellulaires augmentait. Divers scientifiques ont raffiné l'équipement utilisé pour mesurer la charge électrique, mais il y avait toujours une partie de la plante au moins qui était détruite pendant le test.

En 1952, J. Wilner et W.A. Russell, scientifiques travaillant à la pépinière forestière de Indian Head (Saskatchewan), ont utilisé les méthodes de MacArthur pour éprouver la résistance au froid de diverses essences ligneuses. En 1955, Wilner (158) avait amélioré la méthode au point qu'il espérait soumettre

des arbres en pot à des froids artificiels et obtenir des résultats comparables à ceux qu'il aurait sur le terrain. À Lethbridge, Andrews (7), travaillant avec du blé d'hiver de 1953 à 1955, a mis au point un système dans lequel il faisait germer les graines pendant 16 heures, les soumettait à des températures inférieures au point de congélation et les laissait ensuite pousser pour voir lesquelles avaient survécu. Les résultats obtenus se rapprochaient davantage des observations sur le terrain que ceux des expériences de congélation contrôlée de plants en croissance. Peu après que Andrews a fait ces travaux, Lapins (80) a obtenu, à Summerland, une bonne concordance entre des tests de congélation artificielle réalisés au début ou au milieu de l'hiver (mais non à la fin de l'hiver) et la résistance connue de 41 variétés de pomme. Les tests de rétablissement qui consistaient à cultiver ensuite les végétaux sous serre ne donnaient des résultats cohérents que si les plants avaient été suffisamment endommagés par le froid pendant les tests de congélation artificielle. Les mesures de conductivité électrique des extraits aqueux se sont révélées fort utiles dans l'appréciation de l'importance des lésions.

Wilner, qui, en 1960, travaillait à Ottawa pour la Division de l'horticulture, a adapté (160), avec W. Kalbfleisch et W.J. Mason, du Service des recherches techniques, une nouvelle méthode d'insertion d'électrodes directement dans les tissus de la plante.

Ils ont montré qu'il y avait une corrélation négative entre la résistance électrique des électrodes et la conductivité de l'exsudat, dont on avait auparavant montré qu'elle était associée aux dommages cellulaires causés par le gel. Cette nouvelle méthode présentait l'avantage de garder les plantes intactes et pouvait être utilisée pour les arbres de verger (159) et les graminées (24). Weaver, Jackson et Stroud (150), à la Station de recherches de Harrow (Ontario), ont constaté, aux cours de leurs travaux d'amélioration génétique de pêchers résistants à l'hiver, que le test de conductivité de Wilner constituait un précieux indicateur de la rusticité de leurs cultivars.

En 1962, Siminovitch, Therrien, Wilner et Gfeller (130) ont constaté que les lessivats pouvaient aussi bien être constitués de tissus ligneux ou fibreux morts que de tissus endommagés par le froid. La conductivité attribuée aux dommages par le froid pouvait donc s'en ressentir. Ils se sont dit que des composés organiques diffusibles comme les acides aminés et les hydrates de carbone ne pouvaient être libérés que par les cellules détruites par le froid et les sels électrolytiques; ils ont donc mis au point une méthode de détection des acides aminés. Leur théorie s'est révélée juste dans le cas de la luzerne, du blé et des pommes, la concentration des acides aminés dans le lessivat ayant augmenté en proportion inverse du taux de survie des végétaux soumis à des températures de plus en plus basses.

Protection contre le froid

Les cultures sont souvent détruites au Canada et ailleurs par les gelées, que ce soit au printemps, à l'époque de la floraison, ou à l'automne, à l'époque des récoltes. En 1967, Siminovitch, Ball, Desjardins et Gamble (128), à l'Institut de

recherches sur les plantes, ont eu l'idée d'utiliser une mousse extinctrice pour couvrir les cultures de grande valeur (plantes sensibles) et les protéger des dégâts causés par le gel. En ajoutant un agent de stabilisation à la mousse, ils ont observé que les fraises, au printemps, et les tomates, au printemps et en automne, pouvaient être protégées pendant la nuit contre des températures qui atteignaient -7 °C. L'élimination de la mousse se faisait par lavage à l'eau le matin suivant ou par dissipation naturelle, sans que les plantes en souffrent. Plus tard, Siminovitch, Rheaume, Lyall et Butler (129) ont constaté que les tomates et les fraises pouvaient résister à huit applications de mousse. Le ministère de la Santé nationale et du Bien-être social a estimé que la mousse utilisée dans le traitement ne comportait pas d'éléments toxiques. Le coût d'utilisation de la mousse étant élevé, son usage ne s'est pas encore répandu.

Autres tests sur la résistance au froid

Roberts et Grant (120) ont découvert que la résistance du blé d'hiver aux basses températures variait pendant la période de germination et de développement. Ils ont observé, dans des chambres de croissance, que le blé d'hiver avait deux périodes de résistance maximale : la première quand il était sec ou qu'il venait d'être humidifié, et la seconde, quand les plants avaient de quatre à six feuilles. À partir de ces études, ils ont pu prévoir avec assez de précision le taux de survie sur le terrain de diverses variétés de blé, renseignement qui leur a été utile dans leur programme de sélection du blé d'hiver.

Les dégâts causés par l'hiver ne sont pas toujours imputables au gel. Lebeau (81) a observé que le champignon *Fusarium nivale* déterminait une fusariose brun violacé chez le blé d'hiver et plusieurs espèces de graminées exposés à de fortes tempêtes de neige mouillée. On pourrait éviter le problème en obtenant par sélection des variétés qui résistent aux attaques du champignon.

Jusqu'en 1973, on n'utilisait qu'une seule température létale dans les essais d'évaluation des dégâts causés par l'hiver sur les blés d'hiver. Fowler, Siminovitch et Pomeroy (37), à Ottawa, ont remarqué que, même si ces essais contrôlés permettaient des économies de temps et offraient des possibilités de répétition, ils ne reflétaient les conditions sur le terrain qui si l'on étudiait des variétés présentant un vaste éventail de résistance au gel. Ils ont donc mis au point un essai par lequel ils recueillaient des données au fur et à mesure que la température était abaissée. En utilisant une série de températures, ils ont pu déterminer la température à laquelle la moitié des plants d'une population étaient détruits (DL 50). Ils ont découvert que l'écart entre la température à laquelle aucun plant n'était détruit et la température qui provoquait la mortalité de tous les plants était généralement inférieur à 4 °C, que l'adaptation au froid était fonction d'un grand nombre de variables du milieu dont la température était peut-être la plus importante, et que l'évaluation des variétés en fonction des températures létales fournissait une mesure de résistance plus exacte que les autres méthodes. L'année suivante, Andrews, Pomeroy et de la Roche (5) ont observé que certaines variétés, même si elles s'étaient bien endurcies pendant

l'automne, devenaient moins résistantes et moins vigoureuses sous la glace. L'équipe d'Ottawa a continué d'étudier les effets d'une inondation hivernale suivie d'une prise en glace. Ils ont montré que la résistance des plants au froid diminuait au fur et à mesure que ceux-ci étaient exposés à des inondations de plus en plus froides et de plus en plus longues. Cette perte de résistance a été imputée, selon Andrews et Pomeroy (4), à des phénomènes anaérobies. Andrews, Seaman et Pomeroy (6) ont montré que l'aptitude d'un blé d'hiver à résister à l'hiver diminuait si on le coupait à l'automne, avant qu'il se soit endurci, et que le phénomène était accentué par l'inondation et le gel hivernaux tardifs.

Pour en revenir aux pêches, Quamme, Layne, Jackson et Spearman (112) ont utilisé, à Harrow, en 1975, des micro-thermocouples (thermomètres électriques) pour déterminer la température à laquelle les bourgeons du pêcher étaient décimés. Ils ont suivi la baisse de température des bourgeons au fur et à mesure que ceux-ci étaient refroidis et ont constaté que, à des températures différentes pour chaque genre de bourgeon, la température augmentait soudainement, puis tombait tout aussi soudainement. Cette réaction exothermique coïncidait en gros avec la température à laquelle les bourgeons floraux étaient détruits. Utilisant cette méthode W.G. Ronald, de Morden (Manitoba), ainsi que H.A. Quamme et R.E.C. Layne, de Harrow, ont établi (113) la limite septentrionale de croissance de plusieurs espèces cultivées et indigènes de *Prunus*. Ils ont pu tirer de leurs données plusieurs conclusions qu'ils ont utilisées dans leur programme de sélection des pêchers.

Ce tour d'horizon des recherches sur les basses températures ne serait pas complet si l'on oubliait les travaux de R.W. Salt, de Lethbridge. Pendant plus de vingt ans, il a étudié comment les plantes et les insectes survivaient à de très basses températures. Il a constaté que les insectes, en particulier (123), arrivaient à résister à des températures inférieures à -20 °C, parce que les liquides de leur corps présentaient un phénomène de surfusion. Les mécanismes physiques en jeu sont complexes, et Salt les a en bonne partie expliqués grâce à des expériences minutieuses et détaillées. L'une des intéressantes découvertes qu'il a faites est que certains insectes produisent du glycérol, l'un des antigels qu'on utilise aujourd'hui pour protéger le système de refroidissement des automobiles!

Bibliographie

1. Allan, R.J.; McDonald S.; Hall, N.W., 1969. Carbon dioxide pressurized aquatic herbicide sprayer. Can. J. Plant Sci. 49:639-641.
2. Allen, W.R., 1972. Ontario superior fruit stock program. Can. Nurseryman (novembre), p. 12-13.
3. Allen, W.R.; Dias, H.F., 1977. Properties of the single protein and two nucleic acids of tomato ring-spot virus. Can. J. Bot. 55:1028-1037.
4. Andrews, C.J.; Pomeroy, M.K., 1981. The effect of flooding pretreatment on cold hardiness and survival of winter cereals in ice encasement. Can. J. Plant Sci. 61:507-513.
5. Andrews, C.J.; Pomeroy M.K.; de la Roche, I.A., 1974. Changes in cold hardiness, ice tolerance and total carbohydrates of winter wheat under various cutting regimes. Can. J. Plant Sci. 64:547-558.
7. Andrews, J.E., 1958. Controlled low temperature tests of spouted seeds as a measure of cold hardiness of winter wheat varieties. Am. Soc. Hortic. Sci. 38:1-7.
8. Anonyme, 1944. Stockmen organize to combat plague menacing herds. Lethbridge Herald, 19 février, p. 11.
9. Atkinson, T.G.; Neal junior, J.L.; Larson, Ruby I., 1974. Root rot reaction in wheat: Resistance not mediated by rhizosphere or laimosphere antagonists. Phytopathology 64:97-101.
10. Bagnall, R.H.; Wetter, C.; Larson, R.H., 1959. Differential and serological relationships of potato virus M, potato virus S, and carnation latent virus. Phytopathology 49:435-442.
11. Bagnall, R.H.; Young, D.A., 1972. Resistance to virus S in the potato. Am. Potato J. 49:196-201.
12. Baker, Whiteford L., 1972. Eastern forest insects. U.S. Dep. Agric. For. Serv. Misc. Publ. 1175. 642 p.
13. Balch, R.E.; Bird, F.T., 1944. A disease of the European spruce sawfly, *Gilpinia hercyniae* (Htg.), and its place in natural control. Sci. Agric. 24-65-80.
14. Balch, R.E.; Reeks, W.A.; Smith, S.G., 1941. Separation of the European spruce sawfly in America from *Gilpinia polytoma* (Htg.) (Diprionidae, Hymenoptera) and evidence of its introduction. Can. Entomol. 73:198-203.
15. Bassett, I.J., 1967. Taxonomy of *Plantago* L. in North America: Sections *Holopsyllium* Pilger, *Palaeopsyllium* Pilger, and *Lamprosnatha* Decne. Can. J. Bot. 45:565-577.
16. Bradley, R.H.E., 1956. Effects of depth of stylet penetration on aphid transmission of potato virus Y. Can. J. Microbio. 2:539-547.
17. Bradley, R.H.E.; Wade, C.V.; Wood, F.A., 1962. Aphid transmission of potato virus Y inhibited by oils. Virology 18:327-328.
18. Broadfoot, W.C., 1934. Studies on foot and root rot of wheat. IV. Effect of crop rotation and cultural practice on the relative prevalence of *Helminthosporium sativum* and *Fusarium* spp. as indicated by isolations from wheat plants. Can. J. Res. 10:115-124.
19. Cameron, A.E., 1918. Some blood-sucking flies of Saskatchewan. The Agric. Gaz. Can. 5:556-561.
20. Carson, Rachel, 1963. Printemps silencieux. Plon, Paris.
21. Chepil, W.S., 1946. Germination of weed seeds. I. Longevity, periodicity of germination, and vitality of seeds in cultivated soil. Sci. Agric. 26:307-346.

22. Chinn, S.H.F.; Tinline, R.D., 1964. Inherent germinability and survival of spores on *Cochliobolus sativus*. Phytopathology 54:349-35.
23. Conners, I.L., éd., 1972. Plant pathology in Canada. Can. Phytopathol. Soc., Univ. du Man. (Winnipeg), 251 p.
24. Cordukes, W.E.; Wilner, J.; Rothwell, V.T., 1966. The evaluation of cold and drought stress of turfgrasses by electrolytic and ninhydrin methods. Can. J. Plant Sci. 46:337-342.
25. Criddle, Norman, 1912. Wild oats and false wild oats: Their nature and distinctive characters. Bull. S-7 du min. de l'Agric. 11 p.
26. Daubeny, H.A.; Freeman, J.A.; Stace-Smith, R., 1975. Effect of tomato ringspot virus on drupelet set of red raspberry cultivars. Can. J. Plant Sci. 55:755-759.
27. Daubeny, H.A.; Stace-Smith, R.; Freeman, J.A., 1978. The occurrence and some effects of raspberry bushy dwarf virus in red raspberry. J. Am. Soc. Hortic. Sic. 103(4):519-522.
28. Davidson, T.R.; Sanford, G.B., 1954. Effect of age of potato foliage on expression of leaf-roll symptoms. Can. J. Bot. 32:311-317.
29. De Gryse, G.G., 1941. A brief note on the so-called "mysterious" disease of the spruce sawfly. For. Chron. 17:43-44.
30. De Pauw, R.M.; McBean, D.S.; Buzinski, S.R.; Townley-Smith, T.F.; Clarke, J.M.; McCaig, T.N., 1982. Leader hard red spring wheat. Can. J. Plant Sci. 62:231-232.
31. Dias, Humberto F., 1970. Transmission of cucumber necrosis virus by *Olpidium cucurbitacearum* Barr & Dias. Virology 40:828-839.
32. Dyer, E.D.A.; Wright, K.H., 1967. Striped ambosia beetle *Trypodendron lineatum* (Oliv.), in A.G. Davidson et R.M. Prentice. Important forest insects and diseases of mutual concern to Canada, the United States and Mexico. Min. du dév. rural et des forêts, Ottawa, 248 p.
33. Ewen, Al. B.; Mukerji, M.K., 1980. Evaluation of *Noserna locustae* (Microsporida) as a control agent of grasshopper populations in Saskatchewan. J. Invertebr. Pathol. 35:295-303.
34. Farstad, C.W., 1938. Thelyotokous parthenogenesis in *Chephus cinctus* Nort. (Hymenoptera: Cephidae) Can. Entomol. 70:206-207.
35. Fletcher, James, 1897. Weeds. Bul. 28 du min. de l'Agric., 43 p.
36. Fletcher, Jas., 1897. Report of the entomologist and botanist. Pages 229 à 231, *in* Experimental Farms Reports for 1896. Imprimeur de la Reine, Ottawa.
37. Fowler, D.B.; Siminovitch, D.; Pomeroy, M.K., 1973. Evaluation of an artificial test for frost hardiness in wheat. Can. J. Plant Sci. 53:53-59.
38. Fredeen, F.J.H., 1956. Black flies (Diptera: Simuliidae) of the agricultural areas of Manitoba, Saskatchewan, and Alberta. Compte rendu du 10e congrès international d'entomologie, Montréal. 1956:3,819-823.
39. Fredeen, F.J.H., 1969. Outbreaks of the black fly *Simulim arcticum* Malloch in Alberta. Quaest. Entomol. 5:341-372.
40. Fredeen, F.J.H., 1975. Effects of a single injection of methoxychlor black-fly larvacide on insect larvae in a 161-km (100-mile) section of the North Saskatchewan river. Can. Entomol. 107:807-817.
41. Fredeen, F.J.H.; Arnason, A.P.; Berck, B.; Rempel, J.G., 1953. Further experiments with DDT in the control of *Simulium arcticum* Mall. in the North and Sough Saskatchewan rivers. Can. J. Agric. Sci. 33:379-393.

42. Fredeen, F.J.H.; Rempel, J.G.; Arnason, A.P., 1951. Egg-laying habits, overwintering stages, and life-cycle of *Simulium arcticum* Mall. (Diptera: Simuliidae). Can. Entomol. 83:73-74.
43. Freeman, Jack A.; Finlayson, D.G., 1968. Evidence of incompatibility between a herbicide and insecticides in direct-seeded cabbage. Can. J. Plant Sci. 48:415-416.
44. Freeman, Jack A.; Finlayson, D.G., 1977. Response of rutabaga to combinations of herbicides and insecticides. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 102:29-31.
45. Freeman, J.A.; Mellor, Frances C., 1962. Influences of latent viruses on vigor, yield and quality of British Sovereign strawberries. Can. J. Plant Sci. 42:602-610.
46. Freeman, J.A.; Stace-Smith, R., 1965. Systemic invasion of the root system of raspberry plants by the component viruses of red raspberry mosaic. Can. J. Plant Sci. 45:295-297.
47. Freeman, J.A.; Stace-Smith, R., 1968. Effects of tomato ringspot virus on plant and fruit development of raspberries. Can. J. Plant Sci. 48:25-29.
48. Freeman, J.A.; Stace-Smith, R.; Daubeny, H.A., 1975. Effects of tomato ringspot virus on the growth and yield of red raspberry. Can. J. Plant Sci. 55:749-754.
49. Freyman, S.; Palmer, C.J.; Hobbs, E.H.; Dormaar, J.F.; Schaalje, G.B.; Moyer, J.R., 1982. Yield trends on long-term dryland wheat rotations at Lethbridge. Can. J. Plant Sci. 62:609-619.
50. Fitzpatrick, R.E.; Stace-Smith, R.; Mellor, F.C., 1954. Heat inactivation of some strawberry and raspberry viruses. Proc. Can. Phytopathol. Soc. 22:13.
51. Gage, S.H.; Mukerji, M.K., 1978. Crop losses associated with grasshoppers in relation to economics of crop production. J. Econ. Entomol. 71:487-498.
52. George, J.A.; Davidson, T.R., 1963. Pollen transmission of necrotic ring spot and sour cherry yellows viruses from tree to tree. Can. J. Plant Sci. 43:276-288.
53. Gibson, Arthur, 1951. Entomology in Canada, with special reference to developments within the Dominion Department of Agriculture. Manuscrit conservé à la bibliothèque d'Agriculture Canada, Ottawa.
54. Gilpatrick, J.D.; Weintraub, M., 1952. An unusual type of protection with the carnation mosaic virus. Science 115:701-702.
55. Gussow, H.T., 1909. A serious potato disease occurring in Newfoundland. Bull. 63 du min. de l'Agric., 10 p.
56. Groh, Herbert, 1923. A survey of weed control and investigation in Canada. Sci. Agric. 3:415-420.
57. Hadwin, S., 1923. Insects affecting livestock. Bull. 29 du min. de l'Agric., n.s., 32 p.
58. Hamilton, R.I.; Nichols, C., 1978. Serological methods of detection of pea seedborne mosaic virus in leaves and seeds of *Pisum sativius*. Phytopathology 68:539-543.
59. Handford, R.H., 1964. The identification of numphs of the genus *Melanoplus* of Manitoba and adjacent areas. Sci. Agric. 26:147-180.
60. Hansen, A.J., 1979. Inhibition of appel chlorotic leaf spot virus in *Chenopodium quinoa* by ribavirin. Plant. Dis. Rep. 63:17-20.
61. Hansen, A.J., 1984. Effect of ribavirin on green ring mottle causal agent and necrotic ringspot virus in *Prunus* species. Plant Dis. 68:216-218.
62. Haufe, W.O., 1980. Control of black flies in the Athabasca River. Alberta Environ., Edmonton. 38 p.
63. Hardman, J.M.; Smoliak, J., 1980. Potential economic impact of rangeland grasshoppers (Acrididae) in southeastern Alberta. Can. Entomol. 112:277-284.

64. Harris, C.R.; Svec, H.J.; Tolman, J.H.; Tomlin A.D.; McEwan, F.L., 1981. A rational integration of methods to control onion maggot in southwestern Ontario. Compte rendu de la conf. sur la prot. des cult. 3:789-799.
65. Harris, P., 1984. *Carduus cutans* L., nodding thistle and *C. acanthoides* L., plumeless thistle (Compositae). Pages 115 à 124, *in* J.S. Kelleher et M.A. Hulme, éd. Biological control programmes against insects and weeds in Canada 1969-1980. Bureau agricole du Commonwealth, Slough, Angleterre.
66. Harris, P., Wilkinson, A.T.S.; Myers, J.H., 1984. *Senecio jacobaea* L., tansy ragwort (Compositae). Pages 195 à 201, *in* J.S. Kelleher et M.A. Hulme, éd. Biological control programmes against insects and weeds in Canada 1969-1980. Bureau agricole du Commonwealth, Slough, Angleterre.
67. Harris, P.; Wilkinson, A.T.S.; Neary, M.E.; Thompson, L.S., 1971. *Senecio jacobaea* L., tansy ragwort (Compositae). *In* Biological control programmes against insects and weeds in Canada 1959-1968. Commonw. Inst. Biol. Control Tech. Commun. 4:97-104.
68. Harris, P.; Zwolfer, H., 1968. Screening of phytophagous insects for biological control of weeds. Can. Entomol. 10:295-303.
69. Hay, J.R., 1963. Experiments on the mechanism of induced dormancy in wild oats, *Avena fatua* L. Can. J. Bot. 40:191-202.
70. Hearle, Eric, 1938. Insects and allied parasites injurious to livestock and poultry in Canada. Publ. nº 604 du min. de l'Agric. du Can., 108 p.
71. Jacoli, G.G., 1974. Translocation of mycoplasma-like bodies through sieve pores in plant tissues infected with aster yellows disease. J. Ultrastruct. Res. 46:34-42.
72. Katznelson, H., 1965. Nature and importance of the rhizosphere. Pages 187 à 207, *in* Ecology of soil-borne plant pathogens, 1er symposium international sur les facteurs qui déterminent le comportement des phytopathogènes dans le sol, Berkley (Calif.), 1963.
73. Kemp, H.J., 1934. Studies on solid-stemmed wheat varieties in relation to wheat-stem sawfly control. Sci. Agric. 15:30-38.
74. Khan, M.A., 1968. Extermination of cattle grubs (*Hypoderma* spp.) on a regional basis. Vet. Rec. 83:97-101.
75. Khan, M.A., R. Connell et C. le Q. Darcel, 1960. Immunization and parenteral chemotherapy for the control of cattle grubs *Hypoderma lineatum* (De Vill.) and *H. bovis* (L.) in cattle. Can. J. Comp. Med. 26:177-180.
76. Klein, Kurt K., 1979. The economics of warble fly control. Can. Farm Econ. 14(4):20-27.
77. Klinkowski, M., 1970. Catastrophic plant diseases. Annu. Rev. Phytopathol. 8:37-60.
78. Koch, L.W., 1955. The peach replant problem in Ontario. I. Symptomatology and distribution. Can. J. Bot. 33:450-460.
79. Kuntz, S.E.; Drummond, R.D.; Weintraub, J., 1984. A pilot test to study the use of the sterile insect technique for eradication of cattle grubs. Prev. Vet. Med. 2:523-527.
80. Lapins, K., 1960. Artificial freezing of 1-year-old shoots of apple varieties. Can. J. Plant Sci. 4:381-393.
81. Lebeau, J.B., 1968. Pink snow mold in southern Alberta. Can. Plant Dis. Surv. 48(4):130-131.
82. Ledingham, R.J., 1970. Effects of straw and nitrogen on common root rot of wheat. Can. J. Plant Sci. 50:175-179.

83. Ledingham, R.J.; Atkinson, T.G.; Horricks, J.S.; Mills, J.T.; Piening, L.J.; Tineline, R.D., 1973. Wheat losses due to common root rot in the prairie provinces of Canada, 1969-71. Plant Dis. Surv. 53:113-122.
84. Ledingham, R.J.; Sallans, B.J.; Wenhardt, A., Influence of cultural practices on incidence of common rootrot in wheat in Saskatchewan. Can. J. Plant Sci. 40:310-316.
85. Leefe, J.S., 1968. Effect of soil pH on the phytotoxicity of simazine to strawberries. Can. J. Plant Sci. 48:424-425.
86. LeRoux, E.J., 1957. Importance of second-generation larvae of the codling moth, *Carpocapsa pomonella* (L.) (Lepidoptera:Tortricidae), on apple in Quebec. Ann. Entomol. Soc. Que. 3:75-80.
87. LeRoux, E.J., 1976. Biological control. Pages 287 à 295, *in* D.V. Fisher et W.H. Upshall, éd. History of fruit growing and handling in United States of America and Canada 1860-1972. Regatta City Press Ltd., Kelowna (C.-B.).
88. Lott, T.B., 1943. Transmissible "twisted leaf" of sweet cherry. Sci. Agric. 23:439-441.
89. Lott, T.B.; Keane, F.W.L., 1960. The host range of the virus of twisted leaf of cherry. Plant Dis. Rep. 44:240-242.
90. McGugan, B.M.; Coppel, H.C., 1962. Biological control of forest insects – 1910-1958. *In* A review of the biological control attempts against insects and weeds in Canada. Commonw. Inst. Biol. Control Tech. commun. 2:25-127.
91. Minshall, Wm. Harold, 1967. Effect of nitrogenous materials on translocation and stump exudation in root systems of tomato. Can. J. Bot. 46:363-376.
92. Moore, R.J.; Frankton, C., 1967. Cytotaxonomy of foliose thistle (*Crisium* spp. aff. *C. foliosum*) of western North America. Can. J. Bot. 45:1733-1749.
93. Mountain, W.B.; Boyce, H.R., 1985. The peach replant problem in Ontario. V. The relation of parasitic nematodes to regional differences in severity of peach replant failure. Can. J. Bot. 36:125-134.
94. Mountain, W.B.; Boyce, H.R., 1985. The peach replant problem in Ontario. VI. The relation of *Pratylenchus penetrans* to the growth of young peach trees. Can. J. Bot. 36:135-151.
95. Mukerji, M.K.; Ewen, Al. B.; Craig, C.H.; Ford, R.J., 1981. Evaluation of insecticide-treated bran baits for grasshopper control in Saskatchewan (Orthoptera: Acrididae) Can. Entomol. 113:705-710.
96. Mukerji, M.K.; Gage, S.H., 1978. A model for estimating hatch and mortality of grasshopper egg populations based on soil moisture and heat. Ann. Entomol. Soc. Am. 71:183-190.
97. Mukerji, M.K.; Gage, S.H.; Randell, R.L., 1977. Influence of embryonic development and heat on population trend of three grasshopper species (Orthoptera: Acrididae) in Saskatchewan. Can. Entomol. 109:229-236.
98. Munroe, E.G., 1971. Status and potential of biological control in Canada. *In* Biological control programmes against insects and weeds in Canada 1959-1968. Commonw. Inst. Biol. Control Tech. Commun. 4:213-255.
99. Neilson, M.M.; Morris, R.F., 1964. The regulation of European spruce sawfly numbers in the maritime provinces of Canada from 1937 to 1963. Can. Entomol. 96:773-784.
100. Newton, W., Edwards, H.I., 1936. Virus studies. I. The production of antisera in chickens by inoculation with potato X. Can. J. Res. 14:412-414.

101. Patrick, Z.A., 1955. The peach replant problem in Ontario. II. Toxic substances from microbial decomposition products of peach root residues. Can. J. Bot. 33:461-486.
102. Peschken, V.P., 1984. *Circium arvense* (L.) Scop., Canada thistle (Compositae). Pages 139 à 146 *in* J.S. Kelleher et M.A. Hulme, éd. Biological control programmes against insects and weeds in Canada 1969-1980. Bureau agricole du Commonwealth, Slough, Angleterre.
103. Pickett, A.D.; Putman, Wm. L.; LeRoux, E.J., 1956 (1958). Progress in harmonizing biological and chemical control of orchard pests in eastern Canada. Compte rendu du 10e congrès international d'entomologie 3:169-174.
104. Pickett, A.D., 1976. Integrated control. Pages 292 à 295 *in* D.V. Fisher et H.W. Upshall, éd. History of fruit growing and handling in United States of America and Canada 1860-1972. Regatta City Press, Kelowna (C.-B.).
105. Pickford, R., 1960. Survival, fecundity, and population growth of *Melanoplus bilituratus* (Wllk.) (Orthoptera: Acrididae) in relation to date of hatching. Can. Entomol. 92:1-10.
106. Platt, A.W., 1941. The influence of some environmental factors on the expression of the solid-stem character in certain wheat varieties. Sci. Agric. 21:139-151.
107. Platt, A.W.; Farstad, C.W., 1946. The reaction of wheat varieties to wheat stem sawfly attack. Sci. Agric. 26:231-247.
108. Platt, A.W.; Larson, Ruby, 1943. An attempt to transfer solid-stem from *Triticum durum* to *T. vulgare* by hybridization. Sci. Agric. 24:214-220.
109. Prebble, M.L.; Graham, K., 1957. Studies of attack by Ambrosia beetles in softwood logs on Vancouver Island, British Columbia. For. Sci. 3:90-112.
110. Proudfoot, K.G.; Olsen, O.A., 1976. Pink Pearl and Mirton Pearl: Two wart resistant potato cultivars for Newfoundland. Can. J. Plant Sci. 56:763-764.
111. Proverbs, M.D.; Newton, J.R.; Logan, D.M., 1969. Codling moth control by release of radiation-sterilized moths in a commercial apple orchard. J. Econ. Entomol. 62:1331-1334.
112. Quamme, H.A.; Layne, R.E.C.; Jackson, H.O.; Spearman, G.A., 1975. An improved exotherm method for measuring cold hardiness of peach flower buds. Hortic. Sci. 10:521-523.
113. Quamme, H.A.; Layne, R.E.C.; Ronald, W.G., 1982. Relationship of supercooling to cold hardiness and the northern distribution of several cultivated and native *Prunus* species and hybrids. Can. J. Plant Sci. 62:137-148.
114. Ragetli, H.W.J.; Weintraub, M., 1964. Immuno-osmophoresis, a rapid and sensitive method for evaluating viruses. Science 144:1023-1024.
115. Raine, J., 1967. Leafhopper transmission of witches' broom and clover phyllody viruses from British Columbia to clover, alfalfa, and potato. Can. J. Bot. 45:441-445.
116. Randell, R.L.; Mukerji, M.K., 1974. A technique for estimating hatching of natural egg populations of *Melanoplus sanguinipes* (Orthoptera: Acrididae). Can. Entomol. 106:801-812.
117. Rankin, W.H.; Hockey, J.F., 1922. Mosaic and leaf curl (yellows) of the cultivated red raspberry. Phytopathology 12:253-264.
118. Reeks, W.A., 1953. The establishment of introduced parasites of the European spruce sawfly *Diprion hercyniae* (Htg.) (hymenoptera: Diprionidae) in the Maritime Provinces. Can. J. Plant Sci. 33:405-429.

119. Rich, G.B., 1965. Systemic treatments for control of cattle glubs *Hypoderma* spp. in an isolated range herd. Can. J. Anim. Sci. 45:165-172.
120. Roberts, D.W.A.; Grant, M.N., 1968. Changes in cold hardiness accompanying development in winter wheat. Can. J. Plant Sci. 48:369-376.
121. Robertson, R.H., 1980. Antibody production in cattle infected with *Hypoderma* spp. Can. J. Zool. 58:245-251.
122. Saidak, W.J.; Marriage, P.B., 1976. Response of Canada thistle varieties to amitrole and glyphosate. Can. J. Plant Sci. 56:211-214.
123. Salt, R.E., 1969. The survival of insects at low temperatures. *In* Dormancy and survival. Symp. Soc. Exp. Biol. XXIII:331-350.
124. Sallans, B.J., 1948. Interrelations of common root rot and other factors with wheat yields in Saskatchewan. Sci. Agri. 28:6-20.
125. Sexsmith, J.J., 1969. Dormancy of wild oat seed produced under various temperature and moisture conditions. Weed Sci. 17:405-407.
126. Shemanchuk, Joseph A., 1981. Repellant action of permethrin, cypermethrin and resmethrin against black flies (*Simunium* spp.) attacking cattle. Pestic. Sci. 12:412-416.
127. Shepard, James F.; Claflin, Larry E., 1975. Critical analyses of the principles of seed potato certification. Annu. Rev. Phytopathol. 13:271-293.
128. Siminovitch, D.; Ball, W.L.; Desjardins, R.; Gamble, D.S., 1967. Use of protein-based foams to protect plants against frost. Can. J. Plant Sci. 47:11-17.
129. Siminovitch, David; Rheaume, Bernard, 1969. Stable nontoxic protein-based foam protects field plantings of crops from damage by frost. Inst. rech. biol. cell., doc. 653, Ottawa.
130. Siminovitch, D.; Therrien, H.; Wilner, J.; Gfeller, F., 1962. The release of amino acids and other ninhydrin-reacting substances from plant cells after injury by freezing : a sensitive criterion for the estimation of frost injury plant tissues. Can. J. Bot. 40:1267-1269.
131. Simmonds, P.M.; Ledingham, R.J., 1937. A study of the fungous flora of wheat roots. Sci. Agric. XVIII:49-59.
132. Simmonds, P.M.; Sallans, B.J., 1933. Further studies on amputations of wheat roots in relation to diseases of the root system. Sci. Agric. XIII:439-448.
133. Simmonds, P.M.; Sallans, B.J.; Ledingham, R.J., 1950. The occurrence of *Helminthosporium sativum* in relation to primary infections in common rootrot of wheat. Sci. Agric. 30:407-417.
134. Singh, R.P., 1970. Seed transmission of potato spindle tuber virus in tomato and potato. Am. Potato J. 47:225-227.
135. Singh, R.P.; Bagnall, R.H., 1968. Infectious nucleic acid from host tissues infected with the potato spindle tuber virus. Phytopathology 58:696-699.
136. Singh, R.P.; Clark, M.C., 1971. Infectious low-molecular weight ribonucleic acid from tomato. Biochem. Biophys. Res. Comm. 44:677-1083.
137. Sinha, R.C., 1984. Transmission mechanism of mycoplasma-like organisms by leafhopper vectors. Pages 93 à 109 *in* K.F. Harris, éd. Current topics in vector research. Vol. 2 Praiger Scientific, N.Y.
138. Sinha, R.C.; Chiykowski, L.N., 1984. Purification and serological detection of mycoplasma-like organisms from plants affected by peach eastern X-disease. Can. J. Plant Pathol. 6:200-205.
139. Slykhuis, J.T., 1953. Wheat streak mosaic in Alberta and factors related to its spread. Can. J. Plant Sci. 33:196-197.

140. Slykhuis, J.T.; Yorston, J.; McMullen, R.D.; S.C. Li, Thomas, 1980. Current status of little cherry disease in British Columbia. Can. Plant Dis. Surv. 60(4):37-42.
141. Smith, Allan E., 1982. Herbicides and the soil environment in Canada. Can. J. Soil Sci. 62:433-460.
142. Smith, D.S., 1972. Crowding in grasshoppers. II. Continuing effects of crowding of subsequent generations of *Melanoplus sanguinipes* (Orthoptera: Acrididae). Environ. Entomol. 1:314-317.
143. Timmons, F.L., 1970. A history of weed control in the United States and Canada. Weed Sci. 18:294-307.
144. Townshend, J.L.; Cline, R.A.; Dirks, V.A.; Marks, C.F., 1984. Assessment of turfgrasses for the management of *Pratylenchus penetrans* and *Pratylenchus projectus* in orchards. Can. J. Plant Sci. 64:355-360.
145. Tremaine, J.H.; Willison, R.S.; Allen, W.R., 1963. Three virus antigens associated with sour cherry necrotic ring spot. Phytopathol. Mediterr. 2:191-192.
146. Turnbull, A.L.; Chant, D.A., 1961. The practice and theory of biological control of insects in Canada. Can. J. Zool. 39:697-752.
147. Twinn, C.R., 1952. A review of studies of blood-sucking flies in northern Canada. Can. Entomol. 84:22-28.
148. Verma, P.R.; Chinn, S.H.F.; Crowle, W.L.; Spurr, D.T.; Tinline, R.D., 1981. Effect of imazalil seed treatment on common root rot and grain yields of cereal cultivars. Can. J. Plant Pathol. 3:239-243.
149. Ward, G.M.; Durkee, A.B., 1965. The peach replant problem in Ontario. III. Amygdalin content of peach tree tissues. Can. J. Bot. 34:419-422.
150. Weaver, G.M.; Jackson, H.O.; Stroud, F.D., 1968. Assessment of winterhardiness in peach cultivars by electric impedance, scion diameter and artificial freezing studies. Can. J. Plant Sci. 48:37-47.
151. Weintraub, J., 1961. Inducing mating and oviposition of the warble flies *Hypoderma bovis* (L.) and *H. lineatum* (De Vill.) (Diptera: Oestridae) in captivity. Can. Entomol. 43:149-156.
152. Weintraub, J.; Rich, G.B.; Thompson, C.O.M., 1959. Timing the treatment of cattle with trolene for systemic control of the cattle grubs *Hypoderma lineatum* (De Vill.) and H. bovis (L.) in Alberta and British Columbia. Can. J. Anim. Sci. 39:50-57.
153. Weintraub, M.; Ragetli, H.W.J.; Leung, Esther, 1976. Elongated virus particles in plasmodesmata. J. Ultrastruct. Res. 56:351-364.
154. Welsh, Maurice F.; Nylund, George, 1965. Elimination and separation of viruses in apple clones by exposure to dry heat. Can. J. Plant Sci. 45:443-454.
155. Wensley, R.N., 1956. The peach replant problem in Ontario. IV. Fungi associated with replant failure and their importance in fumigated and nonfumigated soils. Can. J. Bot. 34:967-981.
156. Westdal, P.H.; Barrett C.F.; Richardson, H.P., 1961. The six-spotted leafhopper, *Macrosteles facifrons* (Stal) and aster yellows in Manitoba. Can. J. Plant Sci. 41:320-331.
157. Wilks, J.M.; Welsh, M.F., 1955. Sweet cherry foliage indicator hosts for the virus that causes little cherry. Can. J. Plant Sci. 35:595-600.
158. Wilner, J., 1955. Results of laboratory tests for winter hardiness of woody plants by electrolytic methods. Proc. Ame. Soc. Hortic. Sci. 66:93-99.
159. Wilner, J., 1960. Relative and absolute electrolytic conductance tests for frost hardiness of apple varieties. Can. J. Plant Sci. 40:630-637.

160. Wilner, J.; Kalbfleisch, W.; Mason, W.J., 1960. Note on two electrolytic methods for determining frost hardiness of fruit trees. 1960. Can. J. Plant Sci. 40:563-565.
161. Wright, K.H.; Lejeune, R.R., 1967. Douglas-fir beetle *Dendroctonus pseudotsugae* Hopk. *In* A.G. Davidson et R.M. Prentice. Important forest insects and diseases of mutual concern to Canada, the United States and Mexico. Ministère des Forêts et du Développement rural, Ottawa, 248 p.
162. Wright, N.S.; MacCarthy, H.R.; Forbes, A.R., 1970. Epidemiology of potato leaf roll virus in the Fraser River delta of British Columbia. Am. Potato J. 47:1-8.
163. Young, D.A.; Davies, H.T.; Johnston, G.R., 1979. Jemseg: A new early high-yielding potato variety with high resistance to virus Y and immune to virus X. Am. Potato J. 56:325-328.

Chapitre 19
Recherche technique

La recherche technique et les travaux de recherche biologique menés parallèlement jouent un rôle de plus en plus important dans la solution des problèmes de l'agriculture. Ce chapitre présente quelques exemples de cette association et montre comment la recherche technique vient directement appuyer les efforts déployés par les cultivateurs dans la production de produits alimentaires de première qualité, à des prix concurrentiels. On trouvera ailleurs dans cet ouvrage des exemples d'autres travaux auxquels ont participé des spécialistes de la recherche technique.

ÉVOLUTION DES MOYENS DE RECHERCHE

À l'époque de la création des fermes expérimentales, en 1886, le travail sur le terrain se faisait avec le matériel agricole à traction animale alors en usage et à l'aide d'outils de jardinage manuels. Les expériences sur le terrain et en laboratoire n'étaient pas sophistiquées. Le principe de la répétition et de la répartition au hasard des traitements en un même endroit était encore chose inconnue. Sir Charles Saunders et, avant lui, son père, savaient cependant fort bien que les expériences devaient être répétées dans chacune des fermes expérimentales intéressées et pendant plusieurs années si l'on voulait qu'elles s'appliquent à un bon échantillon de conditions climatiques et pédologiques. Les deux Saunders ont utilisé des parcelles de nombreuses variétés de céréales dans leurs travaux d'amélioration génétique. Certaines parcelles ne comportaient que 30 ou 40 plants provenant d'un même individu; d'autres, dont la surface se situait de 1/10e d'acre à 1 acre (0,04 à 0,4 ha) servaient à la multiplication des semences des meilleures lignées. Les graines étaient comptées ou pesées à la main.

Sir Charles Saunders a probablement été le premier scientifique d'une ferme expérimentale à concevoir et à fabriquer du matériel spécifiquement adapté à ses travaux. Après avoir trituré ses échantillons de blé pour en apprécier la teneur en gluten, il moulait le blé de la variété choisie et, pour juger de sa qualité, il en faisait de petits pains dans un four de sa conception. (Le matériel de laboratoire offert dans le commerce s'adressait aux chimistes, aux phytopathologistes et aux entomologistes.)

En Grande-Bretagne, R.A. Fisher a été le premier chercheur à appliquer les méthodes statistiques aux expériences agricoles; il a commencé ses travaux en 1920. C.H. Goulden de Winnipeg, ayant travaillé pour Fisher à Rothamsted pendant l'été de 1930, a fait adopter l'application de la statistique aux travaux des fermes expérimentales et du Service des sciences en 1931 (24). Son exemple a été suivi par G.B. Oakland en 1950. À cause des variations à l'intérieur d'un matériel biologique donné, les spécialistes de la recherche agricole ont ouvert la voie à d'autres en énonçant des systèmes mathématiques de mesure des

variations et d'analyse des différences entre les traitements. Cela supposait que chaque traitement, ou chaque sélection variétale, soit répété de trois à six fois en chaque endroit. Les programmes de sélection du blé, de l'orge et de l'avoine des fermes expérimentales se sont développés au fur et à mesure que de nouvelles stations s'ouvraient. Les méthodes traditionnellement appliquées à la préparation, au semis, à la récolte et au battage manuels de petits échantillons ne suffisaient plus. Les instruments de recherche devaient être mécanisés.

Équipement de culture en parcelles

H.J. (Shorty) Kemp, agronome à la Station expérimentale de Swift Current, a joué un rôle de pionnier dans le domaine de la mécanisation. Dès l'obtention de son diplôme, il travaille pendant un an à la Ferme expérimentale de Brandon, puis passe une autre année à Indian Head avant d'entrer au service de la Section
356 des grandes cultures à Swift Current, en 1921.

En 1925, les céréalistes du Canada et des États-Unis avaient fait du rang d'une perche (5 m) la norme de culture des parcelles. La station de Swift Current avait déjà adopté le principe en 1924. La ligne d'une perche constituait une mesure pratique, car le semis se faisait avec seulement 250 graines environ par rang, et les résultats étaient convertis en boisseaux à l'acre en multipliant par 130 le rendement de la parcelle en kilogrammes. Le travail des céréalistes n'était toutefois pas sans peines : la germination n'était pas uniforme, la récolte des céréales à la faucille—et parfois même au couteau de poche—était fastidieuse, et le battage se faisait uniquement à la main.

En 1926, Kemp a conçu une machine en mesure de faire l'ensemencement d'une parcelle type. Son premier semoir comportait un entonnoir de tôle qui assurait le semis des graines le long d'un rang au fur et à mesure qu'on l'avançait. La machine traçait les sillons suivants, ouvrait un sillon de profondeur uniforme, y déposait une quantité voulue de graines, recouvrait les semences et compactait le sol. Même s'il contribuait à améliorer la qualité des plants et s'il donnait lieu à des économies de temps et de main-d'œuvre, le semoir n'était pas parfait. Les graines avaient tendance à s'agglutiner dans la trémie et, de ce fait, dans le rang, et les plants obtenus étaient groupés et faibles; les espaces ainsi laissés étaient favorables au développement des mauvaises herbes. Kemp a donc amélioré sa machine et conçu, en 1930, un semoir à courroie trapézoïdale (en V) (16), dont l'usage s'est généralisé dans les études en parcelles et qui sert encore aujourd'hui. Le semoir comportait une courroie continue de section trapézoïdale en caoutchouc moulé qui était tendue sur deux poulies. Les graines étaient distribuées en un ruban continu, à la base de la courroie. Comme la poulie arrière était reliée par un engrenage aux roues de la machine, le déplacement du semoir déterminait la rotation de la courroie, et les graines étaient déposées uniformément dans le sillon. Le semoir en ligne manuel a considérablement accru la précision du travail en parcelles et réduit la main-d'œuvre requise; de plus, il pouvait servir de distributeur d'engrais.

Les premières tentatives de mécanisation des semoirs ont été faites à la Station expérimentale de Scott en 1952 par Kusch, Keys et Nadan (19), qui ont monté quatre semoirs à courroie trapézoïdale à l'arrière d'un tracteur de jardin. A.D. Smith à Lethbridge a construit une machine analogue; toutefois, elle a mal résisté aux vibrations, et le chinook qui soufflait des Rocheuses chassait les graines de la courroie en V. D.T. Anderson a donc conçu et construit le premier semoir tracté à quatre éléments et courroie trapézoïdale équipé d'une cabine qui protégeait les deux opérateurs et les quatre éléments du semoir. Elle arrivait à résister à des vents bien plus forts que ne pouvait supporter le petit semoir manuel traditionnel. Plus tard, on a conçu des semoirs analogues à écartement de 6 po (15 cm) spécialement adaptés à l'ensemencement des parcelles de graminées et de légumineuses.

Andrews et des collaborateurs (1) ont observé que le rendement des rangs compactés par les roues du tracteur ou du semoir tracté (généralement les rangs extérieurs d'une parcelle de quatre lignes) pouvait être deux fois meilleur que celui des autres rangs. A.D. Smith a donc mis au point un semoir automoteur à quatre éléments qui comportait quatre roues motrices à pneu à l'avant et, à l'arrière, quatre petites roues à pneu placées dans l'axe des rangs (30); on obtenait ainsi une croissance des plantes d'une uniformité remarquable. Sa construction ayant été améliorée dans les ateliers de Swift Current, on a pu l'utiliser dans toutes les autres stations.

W.J. Cherewick, phytopathologiste au Laboratoire de recherches sur les rouilles à Winnipeg, voulait être en mesure de semer des graines à 5 po (12,5 cm) de profondeur afin de favoriser le développement du charbon. Le semoir à courroie trapézoïdale de Kemp n'ayant pas été conçu pour faire des semis à une telle profondeur, Cherewick lui a apporté plusieurs modifications. Ce faisant, toutefois, il a considérablement alourdi la machine, et les vibrations de la courroie qui en ont résulté ont provoqué une agitation des semences et, de ce fait, une altération de l'écartement des plants. Pour résoudre le problème, Cherewick a imaginé une nouvelle méthode de distribution des graines dans un sillon ouvert par deux disques (8). Il versait jusqu'à 55 cc de graines dans un petit contenant métallique conçu pour s'adapter parfaitement à l'extrémité d'un cône de métal. Quand le contenant était légèrement soulevé, les graines s'écoulaient uniformément sur la partie extérieure du cône et étaient recueillies par une assiette circulaire fixée au cône. Par un jeu d'engrenages, le cône et l'assiette faisaient un tour sur eux-mêmes quand le semoir parcourait la distance d'un rang; de cette façon, les graines alimentaient uniformément le tube qui pénétrait dans le sillon. Le cône et l'assiette étant recouverts de plastique, les graines étaient protégées du vent et des vibrations. Le principe du cône était aussi révolutionnaire en 1953 que la courroie trapézoïdale l'avait été en 1930. Les avantages du nouveau semoir ayant été reconnus en 1960, l'utilisation de la machine dans les essais expérimentaux s'est rapidement généralisée dans le monde entier.

La machine à courroie trapézoïdale de Kemp et le semoir à cône de Cherewick étaient également utilisés comme distributeurs d'engrais et d'autres

produits granulés. Avec le semoir de Kemp, toutefois, l'uniformité de la distribution des produits granulés tenait pour beaucoup au savoir-faire de l'opérateur; dans le semoir de Cherewick, par ailleurs, les granules se logeaient souvent entre le cône et l'assiette. Ce sont ces deux problèmes qui ont amené F.B. Dyck de la Station de recherches de Swift Current à inventer, en 1976, le semoir conique à courroie (10). Le nouveau semoir associe les avantages et élimine les inconvénients des machines qui l'ont précédé; en effet les semences ou l'engrais qui s'écoulent à la surface du cône sont recueillis à la base de celui-ci par une courroie. Les produits à distribuer demeurent dans le V formé à cet endroit jusqu'à ce qu'ils tombent par une ouverture, sur les organes de distribution. Le semoir conique à courroie de Dyck est aujourd'hui largement utilisé par les chercheurs.

L'ensemencement n'est qu'une des trois opérations agricoles mécanisées par Kemp. Kemp a également conçu des mini-moissonneuses qui coupaient et liaient les céréales, l'expérimentateur n'ayant plus qu'à les mettre en sac et à les battre. La première comportait une courte barre de coupe actionnée par un petit moteur à essence; en 1925, cependant, les petits moteurs à essence demeuraient bien encombrants. La deuxième s'apparentait à une cisaille à très longues poignées dont le poids, quand on laissait tomber l'une des poignées, suffisait à couper les céréales. Sa troisième machine fut la plus réussie; il s'agissait d'une tondeuse à couteaux rotatifs qu'actionnaient des engrenages couplés aux roues de la moissonneuse et qu'un opérateur pouvait facilement pousser. Les deux couteaux tournaient en sens inverse, coupaient les céréales et les déposaient dans un panier métallique. La moissonneuse rotative a été remplacée en 1948 par la barre de coupe, qui, portée par un tracteur à jardin, pouvait faucher quatre rangs à la fois (c'est-à-dire la largeur d'une parcelle standard). Kemp a continué de perfectionner ses moissonneuses au rythme du perfectionnement des petits tracteurs.

Les efforts d'innovation de Kemp ont enfin porté sur la batteuse. Kemp était conscient de la nécessité pour l'expérimentateur de bien nettoyer la batteuse afin d'éviter de mélanger les variétés et de bien séparer les graines de la paille et des balles avant de les peser. Il a conçu et construit une batteuse qui pouvait être actionnée par un moteur à essence ou un moteur électrique. Sa machine a plus tard été remplacée par une batteuse américaine plus facile à nettoyer. Kemp a également imaginé une mini-batteuse pour épi individuel. Auparavant, les graines devaient être séparées à la main, tâche fort onéreuse quand l'opération devait être répétée des milliers de fois.

La Vulcan Iron Works de Winnipeg a fabriqué et vendu des centaines de moissonneuses et de batteuses de Kemp, tant au Canada qu'aux États-Unis. En 1970, certaines d'entre elles ont été remplacées par une moissonneuse-batteuse automotrice fabriquée en Allemagne de l'Ouest. Le semoir à courroie trapézoïdale de Kemp et le semoir conique de Cherewick ont été raffinés par des ingénieurs de Swift Current et d'Ottawa et transformés en semoirs automoteurs à quatre éléments. On les fabrique aujourd'hui sur une base commerciale à Swift Current et Winnipeg.

Affecté à la Station expérimentale de Saanichton en 1946, Shorty Kemp a poursuivi ses travaux sur les moissonneuses et les batteuses. Il a également étendu son champ d'intérêt à la conception de cribles à grains, de calibreuses et d'organes de vannage. N'ayant pu résister à l'attrait offert par les cultures horticoles de Saanichton, il a également conçu et construit des cultivateurs adaptés à la culture de petits fruits, des pulvérisateurs, du matériel de bulbiculture, des écosseuses à petits pois, des chambres de croissance et plusieurs instruments de laboratoire. À sa retraite en 1959, Kemp pouvait avoir la certitude qu'il avait aidé des centaines de chercheurs à accélérer leurs travaux.

Aujourd'hui, le rang d'une perche a subi le même sort que d'autres mesures impériales, non pas tant à cause de la Commission du système métrique, mais plutôt en raison des exigences des revues scientifiques internationales. Bien avant que le Canada passe au système métrique, les scientifiques utilisaient le système métrique dans leurs recherches et leurs communications, et le rang d'une perche avait été remplacé par le rang de 5 m et, plus tard, par le rang de 3 m.

Il est toutefois intéressant de noter que la distance entre les rangs se mesure toujours en pouces : 6, 7 ou 9. En effet, comme cet écartement correspond à celui des semoirs commerciaux utilisés par la plupart des cultivateurs, les chercheurs ont intérêt à s'y conformer le plus possible.

Compteurs de graines

En 1936, quand W.J. Mason est entré au service de la Ferme expérimentale centrale, son premier travail a consisté à compter des graines de blé, d'avoine et d'orge et à les mettre en paquets prêts à servir à l'ensemencement des rangs d'une perche; il devait également faire des sachets normalisés de 1 000 graines qui étaient ultérieurement pesés. En 1939, il entrait dans les Forces armées et allait servir à l'étranger. Peu après son retour en 1945, C.H. Goulden était nommé céréaliste du Dominion et quittait Winnipeg pour Ottawa. Mason avait conçu de petits instruments mécaniques pour accélérer le comptage des graines, et Goulden estimait qu'on pouvait les améliorer.

Le premier compteur de Goulden et Mason (13) qui était à la fois fiable et d'un coût raisonnable reposait sur l'utilisation d'un bassin vibrant disponible dans le commerce et dont la paroi intérieure était garnie d'une rampe en spirale sur laquelle les graines grimpaient sous l'effet des vibrations. Les graines tombaient ensuite dans un tube de plastique avant de heurter une mince plaque de métal. La plaque était attachée à une tige qui vibrait à chaque choc; elle déterminait ainsi une impulsion électrique et, de ce fait, le comptage des graines. Dans la mesure du possible, Goulden et Mason utilisaient les pièces qu'ils pouvaient trouver dans le commerce et les adaptaient à leurs besoins. Le bassin vibrant, par exemple, était utilisé en industrie dans les systèmes d'emballage de petits objets. Pour s'assurer que les graines soient bien alignées une par une, Goulden et Mason l'ont modifié en amincissant la rampe en spirale. Plus tard, ils ont fait faire des bassins d'aluminium moulé afin d'en accroître le coefficient de

frottement, particulièrement dans le comptage de graines glissantes comme le lin. Ce problème ayant été résolu, et l'appareil s'étant révélé fiable pour la séparation de graines de taille et de forme différentes, Goulden et Mason n'ont pas eu d'autres difficultés importantes à régler. Ils ont pu compter avec précision de 200 à 300 graines par minute, selon qu'il s'agissait de blé, d'avoine, d'orge ou de lin. Au début des années 1960, le compteur de Goulden et Mason était vendu dans le monde entier par une entreprise d'Ottawa.

Depuis 1947, les ingénieurs au service de la Direction générale à Ottawa (23, 27) ont fait faire des progrès spectaculaires aux compteurs de graines. Les principes du premier compteur Goulden-Mason n'ont pas changé; on les a cependant améliorés au fur et à mesure que l'électronique se développait. Ainsi, le système électrique original a été remplacé par un système électronique, les circuits ont été miniaturisés, les tubes ont cédé la place à des puces de silicium et les contacts physiques ont été remplacés par des détecteurs photoélectroniques à faisceau lumineux et rayon laser. Les appareils modernes peuvent compter jusqu'à 60 000 graines de 0,5 à 10 mm de diamètre à la minute, leur rendement n'étant limité que par les possibilités actuelles d'alimentation en file unique, qui s'établissent à environ 1 100 graines/minute. Le bassin vibrant est toujours couramment utilisé pour le comptage unitaire des graines; certains compteurs, cependant, aspirent les graines dans des cavités, car les graines comme celles du tabac sont trop petites pour être séparées par vibration. Grâce à la technologie moderne, Mason pourrait compter ses graines 200 fois plus vite qu'en 1958.

Cabinets de croissance

Les spécialistes des plantes ont toujours été exposés au problème des variations naturelles de la température et de la lumière dans leurs expériences. La culture en serre a en partie réglé le problème de la température. Toutefois, les plants situés à proximité des murs extérieurs étaient souvent exposés à des températures plus froides que ceux du centre, même si les appareils de chauffage étaient généralement disposés le long des murs. Les variations quantitatives et qualitatives de la lumière ont en partie été compensées par l'addition d'éclairage incandescent, fluorescent ou autre propre à accroître la durée du jour et à suppléer à un manque de lumière naturelle par temps couvert. En 1933, on pouvait déjà trouver des serres dans lesquelles le conditionnement de l'air était contrôlé automatiquement, mais quand Went (37) a conçu la première chambre de croissance du *California Institute of Technology*, en 1943, il a ouvert une nouvelle ère.

Après la Seconde Guerre mondiale et grâce aux travaux de Went, la plupart des stations expérimentales du Canada et des laboratoires de phytopathologie ont pu s'équiper de chambres de croissance; souvent, celles-ci étaient aménagées au sous-sol des bureaux ou des laboratoires. Elles ont grandement amélioré les moyens de contrôle de la croissance des plantes et donné aux céréalistes la possibilité de produire deux et parfois trois générations par an pour accélérer leurs travaux. Friend, Helson et Fisher (11) de l'Institut de recherches

sur les plantes ont observé que la croissance optimale du blé nécessitait l'utilisation de lampes fluorescentes et incandescentes, et qu'ils devaient prévoir un éclairement d'au moins 1 700 pieds-bougies (18 kilolux) de rayonnement visible au niveau de la plante; par beau temps, le soleil donne un éclairement d'environ 11 000 pieds-bougies (118 kilolux). Les lampes à incandescence servaient à produire la lumière rouge qui favorise le développement de la tige, et de ce fait, la floraison.

Forts de ces renseignements de base, des ingénieurs comme W. Kalbfleisch, K.R. Scott et P.W. Voisey ont conçu et construit des chambres de croissance améliorées (29) et, surtout, des dispositifs électroniques de contrôle de la lumière et de la température (35). En effet, les chercheurs avaient besoin d'un éclairage de plus en plus puissant, ce qui, dans de petites chambres, provoquait des problèmes de contrôle de la chaleur. De plus, les systèmes de contrôle utilisés en industrie étaient faits pour maintenir des conditions constantes, et non pour reproduire les variations diurnes nécessaires au développement des plantes. La percée s'est faite quand on a intégré aux systèmes de réfrigération des dispositifs de réglage des conduites de dérivation des gaz chauds, ce qui constituait en fait une première version de la thermo-pompe. Grâce à ce dispositif, le degré de précision du contrôle de la température passait de 3 °C à 0,1 °C. Les chercheurs ont ainsi pu éliminer les effets des variations de température à court terme dans les cycles diurnes artificiels.

Les chercheurs des stations de recherche des régions où les programmes de sélection ont pris une grande importance, Winnipeg, Saskatoon et Lethbridge, par exemple, de leur côté, étaient impatients d'acheter ou d'aménager leurs propres enceintes ou chambres de croissance. R.H. Cunningham, A.E. Hannah et A.B. Campbell à Winnipeg ont travaillé en étroite collaboration avec la *Fleming Pedlar Refrigeration Company* et, en 1957, avaient mis au point une chambre de croissance autonome équipée de dispositifs de contrôle précis de la lumière, de la température et du degré d'humidité et qui était donc adaptée à un vaste éventail de conditions de croissance. Les cabinets étaient également utilisés par des entomologistes pour élever des insectes et, dans des conditions très spéciales, par des chercheurs qui souhaitaient garder des animaux, gros et petits, dans un milieu connu et reproductible.

Depuis 1957, des centaines de cabinets de croissance ont été fabriqués par des entreprises canadiennes et vendues au pays et à l'étranger. Ainsi, un autre secteur d'activité du Canada dont les normes sont reconnues à l'échelle mondiale est né des besoins des scientifiques canadiens et des efforts déployés par la Direction générale de la recherche pour trouver des dispositifs de contrôle fiables. En 1984, la production canadienne d'enceintes de croissance s'est chiffrée à 7,7 $ millions; 75 p. 100 d'entre elles ont été exportées.

Moulin miniature

Le test ultime d'un nouveau cultivar de blé est l'évaluation de sa valeur meunière et boulangère. Les moulins offerts dans le commerce, fussent-ils les

plus petits, demandent plusieurs kilogrammes de grains pour donner de la farine. L'améliorateur doit donc multiplier chacune de ses lignées les plus prometteuses pendant plusieurs générations pour obtenir une quantité suffisante de grains; après chaque essai de mouture et de cuisson, il a perdu une partie de sa réserve de semences, et il doit attendre l'année suivante pour grossir ses stocks.

Sir Charles Saunders produisait de la farine et fabriquait du pain pour évaluer les cultivars de blé de son programme de sélection. Il a utilisé au départ un moulin expérimental Allis-Chalmers, puis un moulin Wolf (28) qui comportait deux paires de cylindres et trois tamis et nécessitait quatre passages entre lesquels les cylindres étaient de plus en plus rapprochés. Il devait moudre au moins 500 g de blé. Il pétrissait ensuite 50 g de farine à la main sur une table de verre chauffé et cuisait 12 pains par jour dans un four spécial. Son système était efficace, mais lent.

De 1943 à 1957, on a conçu aux États-Unis plusieurs types de moulins de laboratoire équipés de broyeurs à molettes et à cylindres. Ces moulins ne donnaient cependant pas de bons résultats, car ils broyaient davantage le blé qu'ils ne le moulaient, l'élimination du son devenant alors difficile. Les petits moulins inspirés des meuneries commerciales étaient coûteux et difficiles à nettoyer. La solution est venue en 1961 quand J.G. Kemp (le fils de H.J. Kemp) et d'autres de divers instituts de recherches (17) ont mis au point un mini-moulin conçu pour moudre quatre échantillons de 100 g de blé à la fois. En pratique, toutefois, Kemp a constaté qu'il pouvait même obtenir de bons résultats avec des échantillons de 25 g. Le nouveau moulin pouvait traiter de 15 à 18 échantillons de blé dur et tendre à l'heure. Le mini-moulin a été bien accueilli par les sélectionneurs et les chimistes, car il se nettoyait facilement, il donnait une excellente farine et il pouvait moudre de petits échantillons de céréales. Il a été fabriqué sur une base commerciale pendant plusieurs années et demeure toujours en usage dans les programmes canadiens d'amélioration du blé.

Essais de pâte

Pour apprécier la valeur boulangère d'un nouveau cultivar de blé, on mesure souvent la force boulangère de la farine qu'elle donne. Les chimistes spécialisés dans l'étude des céréales s'entendent pour dire que la farine et la qualité du pain sont d'autant meilleures que la résistance de la pâte au travail du pétrin est grande. Le pain fait avec une farine «résistante» garde sa forme une fois cuit. Pour mesurer la force boulangère d'une farine, on utilise soit le mixographe, qui requiert 35 g de farine, soit le farinographe, qui requiert 50 g de farine; l'un et l'autre appareil mesurent le couple exercé par la pâte sur une pale ou une broche de pétrissage et l'enregistrent graphiquement.

En 1966, Voisey, Miller et Kloek (36) ont conçu à l'intention des céréalistes un dispositif qui leur permettait de substituer à l'enregistrement mécanique un système d'enregistrement électronique et de recueillir ainsi les données de diverses façons. Les essais réalisés avec différents types de farine ayant confirmé

que l'extensomètre mesurait avec précision la résistance de la pâte, on a pu miniaturiser encore davantage le mixographe et le farinographe pour qu'ils puissent traiter respectivement aussi peu que 4 g et 10 g de farine. Les chercheurs pouvaient ainsi disposer beaucoup plus tôt de quantités suffisantes de farine pour faire leurs essais, et cela leur a permis de réduire considérablement le temps nécessaire à l'obtention de nouveaux cultivars. Les données ayant été enregistrées sous forme numérique, il ne restait plus qu'à les mettre sous une forme adaptée à l'analyse directe par ordinateur.

Saisie des données

Les généticiens et les phytophysiologistes doivent souvent mesurer la longueur ou la surface des racines ou des feuilles des plantes, et les spécialistes des recherches zootechniques sont fréquemment appelés à mesurer la surface des peaux et des muscles ou la longueur des poils des animaux. Ces mesures demandaient du temps et étaient fastidieuses et sujettes à l'erreur humaine. Récemment, Buckley (6) a conçu un système de mesure et d'enregistrement automatiques de la longueur ou de la superficie de produits de cette nature. Le système repose sur l'utilisation d'objectifs à travers lesquels l'image de l'objet à mesurer est projetée sur une série de cellules sensibles. Le nombre de cellules activées est converti en une longueur ou une superficie et enregistré sous une forme numérique. Buckley a constaté qu'il obtenait avec sa technique une marge d'erreur inférieure à un par 300 000 dans les mesures de surface, ce qui constitue un degré de précision vraiment remarquable.

Le compteur-enregistreur électronique, autre appareil conçu par Buckley et des collègues à Saint-Jean (7), peut être installé sur un trieur commercial pour compter automatiquement des pommes ou d'autres objets sphériques préalablement calibrés. L'appareil, qui peut compter des objets de sept tailles différentes, donne lieu à des économies de temps et améliore la précision des comptages.

Les ingénieurs ont mis au point une étonnante diversité d'instruments spécialisés propres à accroître la précision et l'efficience des expériences des scientifiques, le niveau de détail de leurs études et la rapidité avec laquelle ils peuvent recueillir leurs données et les analyser. Nous nous sommes principalement intéressés dans les pages qui précèdent aux progrès techniques réalisés dans le domaine de la sélection des céréales étant donné l'importance des céréales dans l'agriculture canadienne. Des innovations tout aussi spectaculaires ont cependant été faites dans la recherche sur le bétail, les sols, les fourrages et les cultures horticoles.

APPLICATIONS AGRICOLES

G.N. Denike à Swift Current a été le premier à reconnaître l'importance de la mécanisation dans la production des céréales et à contribuer à son développement. Pendant la première décennie d'existence de cette station expérimentale,

on a testé un grand nombre de machines à travailler le sol et de moissonneuses; toutes étaient équipées de roues à bandage d'acier ou de caoutchouc massif. Denike, diplômé en agriculture du Manitoba, avait travaillé à Swift Current comme étudiant et s'est joint au personnel de la station en 1929. Gray (14) rapporte que Denike, après avoir observé un avion atterrir sur des pneus, a compris que les pneumatiques offraient la résistance voulue pour qu'on en équipe un tracteur. Les premiers pneus pour tracteur qu'il lançait en 1933 réduisaient la consommation de carburant, nécessitaient moins de réparations et n'irritaient plus autant les opérateurs. En 1948, Denike remplaçait L.B. Thomson comme régisseur de la Station expérimentale de Swift Current.

Pendant bien des années, les fermes expérimentales, le Service des sciences et la Direction générale de la recherche ont eu comme politique de laisser le perfectionnement des machines agricoles aux fabricants. L'idée était sans doute bonne dans le cas des machines en usage dans les fermes de grandes cultures ou d'élevage, qui utilisaient des centaines, voire des milliers de machines du même type (gros cultivateurs, semoirs, moissonneuses); elle ne l'était pas autant dans le cas des machines utilisées dans la culture des légumes, des fruits et des plantes ornementales, par exemple. L'agriculteur engagé dans ces cultures qui désirait accroître sa productivité par la mécanisation avait deux choix : importer et adapter des machines lui-même ou concevoir, construire et perfectionner ses propres machines tout en essayant de concurrencer des producteurs étrangers qui avaient souvent les machines en question à portée de la main. Certains scientifiques spécialisés dans l'agriculture se sont intéressés au problème il y a vingt ou trente ans et ont travaillé en collaboration avec l'entreprise, au bénéfice mutuel des producteurs agricoles et des manufacturiers. Depuis 1973, le Ministère donne des contrats de recherche à l'entreprise, et les scientifiques du secteur privé, en collaboration avec la Direction générale de la recherche, ont conçu des machines qui ont permis aux producteurs canadiens de mieux concurrencer leurs homologues du marché international.

Matériel de culture des légumes nains

Le Canada importait autrefois d'importantes quantités de carottes naines et de petites betteraves rouges, même si celles-ci se vendaient plus cher que les légumes de taille normale cultivés au pays. Les variétés qui parvenaient à maturité petites étaient disponibles au Canada, mais les machines utilisées pour les semer et les récolter n'avaient pas encore été mises à l'essai en sol canadien.

G.B. Hergert de l'Institut de recherches techniques et statistiques (15) a réalisé un certain nombre de tests, en collaboration avec R. Bernier et A. Liptay, des stations de recherches de Saint-Jean (Québec) et Harrow (Ontario), et avec d'autres chercheurs des ministères de l'Agriculture du Québec et de l'Ontario. Après avoir modifié une récolteuse commerciale des Pays-Bas, ils l'ont utilisée aussi bien sur des sols organiques que sur des sols minéraux. Les effeuilleuses alors en usage n'ont pas eu à être modifiées. Il n'en a pas été ainsi des machines à former les billons et des semoirs. Dans le premier cas, on a dû concevoir un

appareil en mesure de façonner un billon surélevé, plat et égal, dans plusieurs types de sols. Trois semoirs ont été construits et testés. Le premier assurait la distribution des graines dans des sillons qui étaient ensuite recouverts et plombés. Le deuxième traçait au sol huit rainures de faible profondeur, y distribuait les graines, les recouvrait et plombait le sol. Dans l'un et l'autre cas, la distribution des graines se faisait à l'aide d'un dispositif à cône. C'est cependant le troisième semoir conçu plus tard qui s'est révélé le plus satisfaisant; il s'apparentait au second, mais ouvrait le sol au moyen de 18 éléments ajustables à deux disques.

Les horticulteurs ont observé que les petites betteraves rouges et les carottes naines qui poussaient en bordure des billons étaient plus grosses que celles du centre. Ils ont donc développé des marchés pour les légumes des deux tailles. Ils ont également observé que, au poids, le rendement à l'hectare des petites betteraves rouges et des carottes naines était inférieur à celui des légumes de taille normale. Les calculs ont montré que les primes versées aux producteurs de carottes naines et de petites betteraves rouges devaient se situer à 90 p. 100 au-dessus du prix des légumes de taille normale. Aujourd'hui, les producteurs canadiens de légumes nains arrivent à concurrencer efficacement les importations.

Matériel de culture du chou-fleur

On distingue deux catégories de choux-fleurs : le chou-fleur auto-blanchissant et le chou-fleur normal. Le premier a tendance à se protéger de la lumière du soleil en produisant des feuilles qui recouvrent l'inflorescence (la pomme); son rendement et sa qualité sont cependant moins bons. Pour éviter que le chou-fleur normal jaunisse, on en replie les feuilles sur la pomme et on les attache. La Direction générale de la recherche a estimé qu'une machine à attacher de Californie pouvait être adaptée aux conditions canadiennes et en a confié la tâche, à contrat, à la *Industrial Equipment Manufacturing* de Leamington (Ontario).

La culture du chou-fleur demande un apport de main-d'œuvre important, car elle nécessite au moins trois récoltes sélectives par saison. Il fallait donc que la machine puisse reconnaître et couper les pommes parvenues à maturité et laisser en terre les plants qui ne l'étaient pas encore, sans les endommager. Heureusement, il existait déjà un prototype de récolteuse sélective, et la Direction générale de la recherche a demandé à la *Univerco Hydraulic Inc.* de Napierville (Québec) d'en faire une version canadienne.

En 1982, G. Hergert et M. Pelletier de l'Institut de recherches techniques et statistiques ont mis à l'essai la lieuse en collaboration avec Nancy Smits de la Station expérimentale de Smithfield (Ontario) et R. Thériault de la Station de recherches de Saint-Jean (Québec). Les premiers essais ont été décevants, la machine n'ayant pas la rigidité voulue pour être précise. À la fin de la saison, toutefois, et après plusieurs modifications, la machine attachait correctement 90 p. 100 des plants. Son lieur pouvait assurer le liage de 45 plants à la minute. En 1983, un opérateur expérimenté pouvait obtenir un taux de réussite de 94 p. 100.

La récolteuse a posé des problèmes plus complexes. Il fallait en effet trouver un mécanisme qui comprime délicatement chaque plant pour juger de la maturité de la pomme. Cela fait, les problèmes mécaniques associés à la récolte du plant et à son élévation jusqu'à une trémie de stockage n'étaient pas difficiles à résoudre. Thériault a amélioré la machine, et, en 1982, elle pouvait assurer la récolte de 0,13 ha à l'heure. La récolteuse devra cependant être allégée avant de pouvoir être commercialisée. La lieuse et la récolteuse préservent toutes deux la qualité des choux-fleurs destinés à la transformation.

Matériel de culture des fraises

La culture des fraises et des autres baies comme la framboise et la groseille à maquereau nécessite un apport de main-d'œuvre important. En 1980, le Canada a importé pour plus de 9 millions de fraises congelées de Pologne, du Mexique et des États-Unis. Du point de vue biologique, rien ne s'oppose à ce que le Canada produise des fraises de transformation. L'obstacle vient du coût de la récolte. La *Canners Machinery Ltd.* de Simcoe (Ontario), en collaboration avec l'Université de l'État du Michigan, a travaillé à la conception d'une machine adaptée à la récolte des fraises de plein champ. La même entreprise avait également mis au point un dispositif d'équeutage, avec l'aide financière du ministère canadien de l'Industrie et du Commerce. En 1981, toutefois, ni l'une ni l'autre des machines n'avait encore été utilisée au Canada! Les producteurs hésitaient en effet à se lancer dans la production de fraises de plein champ avant d'avoir vu le système à l'œuvre. La Direction générale de la recherche a donc mis sur pied un projet de transformation de fraises récoltées mécaniquement, auquel ont collaboré des producteurs de Simcoe et Blenheim, le ministère ontarien de l'Alimentation et de l'Agriculture, la *Canners Machinery Inc.*, la *Farm Lane Foods Inc.* et la *Cedar Springs Cherry Growers Cooperative*. Ensemble, ils ont formé le Comité de recherche sur les fraises de transformation. Le financement du projet a été assuré conjointement par Agriculture Canada et l'Ontario.

Depuis, les pratiques culturales ont été améliorées au point que plusieurs producteurs ont fait des essais de culture. L'équipement de transformation a été installé et testé dans deux installations alimentées en fruits produits sur 8 ha de terre. Enfin, un petit nombre d'usines de transformation de l'Ontario ont fait l'essai de divers cultivars de fraises récoltés mécaniquement; leur réaction a été favorable. Les tests se poursuivront maintenant dans les Maritimes. On peut donc espérer que, grâce à ces efforts d'amélioration des techniques, le Canada produira davantage de fraises destinées à la congélation et à la fabrication de desserts préparés.

Pulvérisateur pneumatique à bas volume

C'est à J. Marshall, responsable du Laboratoire d'entomologie de Summerland, et à son personnel que revient l'honneur d'avoir introduit dans les vergers canadiens le pulvérisateur de concentrés. Dans le passé, la pulvérisation

des vergers avec des insecticides et des fongicides faiblement concentrés se faisait par traitement à fort volume, jusqu'à ce que le produit ruisselle des arbres. Le procédé était coûteux, tant à cause du poids de l'eau utilisée comme support que parce qu'il nécessitait deux opérateurs et un conducteur de tracteur. De plus, il entraînait une accumulation au sol des produits pulvérisés, le long de la ligne de ruissellement. Les premiers pulvérisateurs à bas volume ont été testés par Marshall, McMechan et Williams (21) en 1946. Trois ans plus tard, on en recommandait l'utilisation dans les vergers; ils étaient en effet moins coûteux, ne supposaient qu'un seul conducteur de tracteur, consommaient beaucoup moins d'eau, ne provoquaient pas de ruissellement et donnaient un rendement égal ou supérieur à celui des pulvérisateurs à volume élevé. Pendant les vingt années qui ont suivi, McMechan a amélioré le pulvérisateur pneumatique en accroissant la vitesse du flux d'air, en abaissant la pression dans la cuve et en ajoutant un agent tensio-actif à la bouillie pulvérisée afin de rendre plus uniforme le dépôt des gouttelettes sur les arbres. Il a également réussi à animer la nouvelle machine par la prise de force du tracteur; la pompe n'avait plus à être entraînée par un moteur distinct.

TÉLÉDÉTECTION

Depuis que le blé est cultivé en grandes quantités dans les Prairies, les marchands de céréales et, plus tard, la Commission canadienne du blé, ont cherché à estimer la production quantitativement et, dans la mesure du possible, qualitativement des mois avant la moisson. Ces estimations servent à vérifier si l'offre répondra à la demande et à organiser le stockage et le transport des céréales. Dans le passé, le Bureau fédéral de la statistique demandait périodiquement à d'importants producteurs de donner une estimation de leur rendement et ce, dès la période des semis ou presque. Les compagnies céréalières et la Commission canadienne du blé avaient leurs propres estimateurs; la *Winnipeg Free Press*, pour sa part, comptait sur M^lle^ E. Cora Hind, réputée mondialement pour la qualité de ses estimations de céréales et de bétail. Du haut des airs, ces spécialistes arrivaient à distinguer les parcelles saines des parcelles atteintes de maladie. Ils pouvaient reconnaître le maïs, les céréales, la vigne, les pommes.

La télédétection n'est pas une science nouvelle. Son origine remonte aux premières photographies aériennes prises au tournant du siècle. Les militaires ont rapidement reconnu les possibilités de la télédétection et n'ont pas tardé à les développer. Dès la fin des années 1930, les topographes utilisaient couramment la photographie aérienne pour faire leur levés terrestres et côtiers. La Seconde Guerre mondiale a interrompu l'utilisation civile de la télédétection; les militaires en ont cependant perfectionné les usages.

Les possibilités offertes par la télédétection dans l'évaluation du rendement et de la qualité des cultures ont commencé à prendre forme en 1967, quand E.J. Brach (5) du Service des recherches techniques a mis au point un spectrophotomètre portatif qui mesurait l'intensité et la longueur d'onde de la

lumière réfléchie par différentes cultures. Son instrument fractionnait l'énergie électromagnétique qu'il captait, à la manière des gouttes de pluie, qui produisent les couleurs de l'arc-en-ciel par décomposition de la lumière. Dans son laboratoire en 1968, Brach est parvenu à reconnaître par spectrophotométrie des plants de blé, d'avoine et d'orge qui n'avaient que dix jours. La découverte était si importante que la Direction générale a consacré à ce projet de recherche une somme de 2 $ millions répartie sur dix ans. Dès 1970, Brach avait mis au point un spectrophotomètre à intégration continue qui mesurait la quantité totale d'énergie reçue par une pomme, par exemple, pendant sa croissance. En 1972, la NASA *(National Aeronautical and Space Administration)* lançait son premier satellite d'analyse des ressources terrestres (le ERTS-1); les données recueillies ont fait faire un bond prodigieux à l'application de la télédétection à des fins agricoles. La NASA a utilisé certains des résultats de Brach au moment de choisir les longueurs d'onde qui seraient analysées.

En 1976, Brach et Mack (3) sont parvenus à reconnaître le maïs, le blé,
368 l'avoine et l'orge par comparaison des ratios des longueurs d'onde des rayonnements bleu et vert et de la longueur d'onde du rayonnement rouge. Ces ratios pouvaient être quantifiés mathématiquement, et le système marchait bien si le captage se faisait à proximité des cultures. Restait à savoir si la méthode pouvait être appliquée à partir d'un aéronef ou d'un satellite. Pendant les quelques années qui ont suivi, les universités du Manitoba, de Winnipeg et de Montréal ont proposé à des diplômés d'utiliser la technique dans la préparation de leur thèse, Brach agissant comme conseiller. Glick (12) de l'Université du Manitoba a appris comment reconnaître des variétés de blé, d'avoine et d'orge en fleurs (anthèse) en étudiant leur réflectance.

Berard (2), de l'Université du Manitoba également, est arrivé à déterminer si la teneur en protéine du blé sur pied était élevée, moyenne ou faible à partir de sa réflectance dans le proche infrarouge. En collaboration avec J.J. Jasmin de Saint-Jean et J.M. Molnar d'Ottawa, Brach (4) a observé que la téléspectroscopie pouvait jouer un rôle utile dans l'appréciation du degré de maturité des laitues. Desjardins de l'Institut de recherches sur les terres et des collaborateurs de l'Université McGill (9) ont réussi à mesurer les échanges de CO_2 (gaz carbonique) au-dessus d'un champ de maïs, d'une forêt et d'un lac, à partir d'un aéronef volant à faible vitesse et basse altitude (30 m) à l'aide d'un analyseur de CO_2 récemment mis au point par Brach. Grâce à l'analyseur, ils ont pu apprécier le rendement des cultures sur de grandes surfaces. Par exemple, ils sont arrivés à déterminer le pourcentage des pertes d'un champ de maïs après un violent orage.

Les recherches des scientifiques de la Direction générale de la recherche et d'ailleurs ont considérablement accéléré le développement de la télédétection à partir d'aéronefs et de satellites. Nous sommes aujourd'hui en mesure de prévoir avec précision la quantité et la qualité des cultures par les tempêtes et de déterminer le degré de maturité des cultures avant la récolte, et ce, au bénéfice des producteurs et des organismes de commercialisation. D'autres progrès sont attendus.

SERVICE DES PLANS DU CANADA

Les plans de construction des bâtiments agricoles ont suivi le rythme d'évolution de l'agriculture canadienne grâce aux efforts du Service du dessin inauguré en 1924 à la Ferme expérimentale centrale et qui a été le précurseur du Service des plans du Canada. Des milliers de plans normalisés de construction et de réparation de bâtiments agricoles ont été mis à la disposition des agriculteurs. La Division des cultures, des sols et du génie agricole a commencé à étudier la conception des bâtiments agricoles vers le milieu des années 1940. En 1956, elle travaillait en collaboration avec des ministères provinciaux et des facultés d'agriculture. Le bureau des architectes continuait de faire les plans; en 1959, toutefois, il n'arrivait plus à satisfaire à la demande. Certaines provinces ont donc créé leur propre service des plans agricoles, ceux-ci faisant souvent double emploi avec ceux d'autres provinces et du service de la ferme expérimentale.

Le Comité national du génie agricole (CNGA) appuyé par le Conseil national de recherches du Canada et le Service des fermes expérimentales, a recommandé, à l'occasion de sa première réunion, en 1944 (18), que les organismes concernés coordonnent leurs efforts. En 1945, le CNGA créait un Sous-comité des bâtiments agricoles, qui comprenait des représentants des ministères provinciaux de l'Agriculture, des facultés d'agriculture, de la nouvelle Administration nationale du logement et du Service des fermes expérimentales. À l'occasion d'une réunion tenue à la Station expérimentale de Swift Current en 1945, le sous-comité a décidé de faire les plans de treize bâtiments agricoles : maisons, ateliers, granges et autres installations agricoles. Le bureau des architectes a convenu de réviser les plans choisis. En 1949, onze des treize plans ont été publiés conjointement par le Comité du logement rural des Prairies et la Société centrale d'hypothèques et de logement.

La section Est du CNGA, sous la direction de C.G.E. Downing, du Collège d'agriculture de l'Ontario (aujourd'hui l'Université de Guelph), a recueilli les esquisses de plus de 400 bâtiments agricoles et les a présentées à la deuxième conférence, en 1952. Les esquisses les plus intéressantes ayant été retenues, les services du dessin du Collège d'agriculture de l'Ontario, de la Station expérimentale de Swift Current et de la Ferme expérimentale centrale en ont tiré des plans de travail. Au nom de CNGA, Downing a recommandé au Comité consultatif national des services agricoles, formé de sous-ministres, la création d'un service national de plans de bâtiments agricoles. Les sous-ministres ayant accepté, Downing leur a présenté l'année suivante un exemplaire d'un catalogue de bâtiments d'élevage du bétail qui avait été conçu, préparé, imprimé et financé par le Collège d'agriculture de l'Ontario. En avril 1954, les sous-ministres s'entendaient pour dire que l'administration fédérale devait publier des catalogues de plans en anglais et en français que les provinces pourraient distribuer. Après dix ans de travaux préliminaires, le Service canadien des plans de bâtiments agricoles (SCPBA) était enfin devenu une réalité. En 1969, l'adjectif «canadien» était remplacé par «Canada», et en 1973, la désignation abrégée actuellement utilisée—Service des plans du Canada (SPC)—était adoptée.

Le SPC est véritablement un organisme national; il comprend des représentants de chacune des provinces. Les trois centres de dessin originaux ont été réunis à Guelph en 1958; en 1968, le centre a été déménagé à la Ferme expérimentale centrale d'Ottawa et placé sous la direction de J.E. Turnbull. Chaque année, le Service envoie aux provinces l'original d'environ 80 plans, nouveaux ou révisés. Les provinces en tirent autant de copies qu'elles le souhaitent. Le SPC est reconnu à l'échelle internationale pour la souplesse de son administration, son sens de la collaboration et les services qu'il offre aux agriculteurs de tout le pays.

BÂTIMENTS AGRICOLES

L'existence d'un service national de plans n'est pleinement justifiée que si les bâtiments qu'il recommande sont bons. Les ingénieurs de la Direction générale de la recherche ont conçu et vérifié de nouvelles méthodes de construc-
370 tion, des systèmes de ventilation et des systèmes d'évacuation et de stockage des fumiers. Dans la majorité des cas, ces nouvelles méthodes ont été appliquées à la construction de bâtiments conçus pour loger et nourrir le bétail ou traiter leurs déjections.

Compte tenu des variations climatiques extrêmes observées au Canada, la construction de bâtiments bien ventilés et conservant leur chaleur soulève de réels problèmes. Les volailles et les porcins se développent bien quand la température des bâtiments où ils sont logés est soigneusement contrôlée. Souvent, la chaleur animale ne suffit pas à chauffer les poulaillers ou les porcheries. Pendant les mois d'été, les locaux d'élevage doivent être beaucoup mieux ventilés si l'on veut que leur température soit voisine de celle de l'extérieur. Les bovins, par contre, supportent beaucoup mieux le froid et peuvent être logés dans des bâtiments non chauffés à ventilation naturelle pendant les mois d'hiver. Il est rare qu'on les garde à l'intérieur en été. Bref, à chaque espèce animale correspond un type de bâtiment distinct.

Turnbull et Coates (31) ont observé que, en pratiquant des fentes près du plafond d'un poulailler, on obtenait une bien meilleure ventilation qu'avec les prises d'air conventionnelles. Munroe et des collaborateurs (25) ont montré pour les bovins résistants au froid, qu'un plafond isolé, mais poreux, communiquant avec un entretoit bien ventilé donnait de meilleurs résultats par temps froid que le bâtiment étanche classique. Même à des températures extérieures de -40 °C, Munroe a constaté que le bâtiment à plafond poreux se gardait à une température qui oscillait entre -1 °C et -10 °C et demeurait bien ventilé. Larkin et Turnbull (20) ont adapté des échangeurs de chaleur de type air-air à la récupération de la chaleur normalement perdue en hiver sous l'effet des ventilateurs aspirants. Plus tard, on a calculé et publié (26) des normes de ventilation qui tenaient compte de l'espèce et de l'âge des animaux.

Dans toute ferme d'élevage, les fumiers doivent être stockés avant d'être épandus. Turnbull, Phillips et Hore (33) ont observé que, dans les endroits disposant d'une argile convenable, la construction d'un réservoir entouré d'un

talus de terre constituait la solution la moins coûteuse au stockage des lisiers et des fumiers semi-solides. Idéalement, les fumiers secs (déjections animales et litière) devraient être stockés au niveau du sol, sur une dalle de béton pavée entourée d'un muret. Dans les endroits à nappe phréatique élevée, enfin, la cuve de béton constitue la seule solution au stockage des lisiers liquides. Dans les régions à fortes précipitations, elle a intérêt à être couverte; cela est cependant fort coûteux. Le lisier liquide peut être épandu de façon satisfaisante à l'aide de pulvérisateurs automatiques mobiles, même s'il contient une quantité assez élevée de matières solides. L'injection du lisier dans le sol constitue la meilleure façon d'en conserver la valeur fertilisante tout en limitant le dégagement d'odeurs, mais il suppose un sol bien épierré et une grande dépense d'énergie pour tirer la citerne et ses injecteurs. Les plans du Service des plans du Canada répondaient aux normes de construction du Code canadien des bâtiments agricoles et de l'Association canadienne de normalisation, notamment. Restait à les tester.

Turnbull et Todd (34) ont amélioré la résistance des joints de bois cloués, et, plus récemment, Turnbull, Lefkovitch et Low (32) ont montré que les goussets d'acier et de contre-plaqué formaient plusieurs plans de cisaillement au niveau de chaque clou, ce qui améliorait d'autant la résistance des fermes de toit. On a ainsi pu réduire de moitié le nombre des clous utilisés dans la réalisation des fermes. D'autres tests sur les fermes, et la publication de plans de fermes de toit modèles, ont contribué à transformer l'aspect des bâtiments agricoles modernes. La quasi totalité des bâtiments construits aujourd'hui ont une structure à aire ouverte sans poteaux gênants.

En 1980, l'Institut de recherches techniques et statistiques a construit de précieuses installations d'essai qui lui permettaient de simuler l'effet de la neige et du vent sur les fermes de toit, les ossatures rigides et les cloisonnages de plafond afin de vérifier la sécurité des composantes des bâtiments agricoles. Dans l'un des premiers tests, on a cherché à mesurer le raidissement des bâtiments revêtus de métal sous l'effet des vents latéraux. Massé, Turnbull et Williams (22) ont montré que l'addition de vis au point de jonction des feuilles du toit et du parement éliminait le recours à un contreventement coûteux. Le concept étant toujours à l'étude, ses répercussions n'ont pas encore été mesurées. Les bâtiments agricoles doivent être sûrs, faciles à construire et peu coûteux. C'est ce que cherche à obtenir le Service des plans du Canada, avec l'aide des moyens expérimentaux de l'Institut de recherches techniques et statistiques.

Par leur travail, des biologistes possédant des aptitudes mécaniques comme Kemp et Goulden ont bouleversé la recherche agricole en la rendant plus précise, plus facile et plus rapide. Des ingénieurs comme Kalbfleish, Thériault, Downing, Voisey et Dyck, de leur côté, ont trouvé la solution à des centaines de problèmes et comptent parmi les grands innovateurs de leur temps.

Bibliographie

1. Andrews, J.E.; Smith, A.D.; Grant, M.N. et Wells, S.A., 1959. Variation among rows in power-seeded cereal variety trials. Can. J. Plant Sci. 39:25-29.
2. Berard, Raymond Gilbert, 1982. The Feasibility of detecting the protein content of a standing wheat crop by near infrared reflectance spectroscopy. Thèse de maîtrise ès sciences, Université du Manitoba, Winnipeg.
3. Brach, E.J.; Mack, A.R., 1976. Differentiation of selected annual field crops throughout the growing season by their spectral reflectance properties. Can. J. Remote Sensing 3:55-65.
4. Brach, E.J.; Molnar, J.M.; Jasmine, J.J., 1977. Detection of lettuce maturity and variety by remote sensing techniques. J. Agric. Eng. Res. 22:45-54.
5. Brach, E.J.; Wiggins, B.W.E., 1967. A portable spectrophotometer for environmental studies of plants. Lab. Pract. 16:302-309.
6. Buckley, D.J., 1975. Solid state, image sensing arrays: Tools for dimension and area measurement of agricultural products. 1976, Can. Agric. Eng. 18:26-30.
7. Buckley, D.J.; Rousselle, G.L.; Thériault, R.; St. Amour, G.; Nicholls, C.F., 1983. A microcomputer-based system for automatically counting and weighing pre-sorted apples. Am. Soc. Agric. Eng. 26:1849–1853.
8. Cherewick, W.J., 1954. An improved experimental plot seeder. Can. J. Agric. Sci. 34:642-643.
9. Desjardins, R.L.; Brach, E.J.; Alvo, P.; et Schuepp, P.H., 1982. Aircraft monitoring of surface carbon dioxide exchange. Science 216:733-735.
10. Dyck, F.B., 1976. A cone-belt distributor for seed and fertilizer. 4e Conf. int. sur l'expl. méc. des cult. 97-100. Ames (Ia).
11. Friend, D.J.C.; Helson, V.A.; et Fisher, J.E., 1960. The influence of the ratio of incandescent to fluorescent light on the flowering response of Marquis wheat grown under controlled conditions. Can. J. Plant Sci. 41:418-427.
12. Glick, Harvey L., 1979. Species and cultivar discrimination of cereals by field spectroscopy. Thèse de maîtrise ès sciences, Université du Manitoba, Winnipeg.
13. Goulden, C.H.; Mason, W.J., 1958. An electronic seed counter. Can. J. Plant Sci. 38:84-87.
14. Gray, James H., 1978. Man against the desert. Western Producer Prairie Books, Saskatoon, 250 p.
15. Hergert, G.B., 1983. Production techniques for baby carrots and small red beets. Can. Agric. Eng. 25:33-37.
16. Kemp, H.J., 1935. Mechanical aids to crop experiments. Sci. Agric. 15:488-506.
17. Kemp, J.G.; Whiteside, A.G.O.; MacDonald, D.C., Miller, H.,1961. Ottawa micro flour mill. Cereal Chem. 38:51-59.
18. Kenney, C. Hamilton, 1978. Canada plan service 25 anniversary. Série hist. nº. 12. Agriculture Canada et ministère de l'Alimentation et de l'Agriculture de l'Ontario, Ottawa, 26 p.
19. Kusch, A.G.; Keys, C.H. Nadan, H.J., 1950. A four-row power plot seeder. Sci. Agric. 30:201-208.
20. Larkin, B.S.; Turnbull, J.E., 1979. The economics of heat recovery systems for animal shelters. Can. Agric. Eng. 21:53-59.
21. Marshall, J.; McMechan, A.D.; Williams, K., 1963. Low-volume air-blast spraying in British Columbia orchards 1957–1962. Min. de l'Agric. du Can., publ. 1191, 18 p.

22. Massé, D.I.; Turnbull, J.E.; Williams, C.J., 1983. Screwed connections for corrugated steel diaphragm ceilings in farm buildings. Can. Agric. Eng. 25:95-99.
23. McLaughlin, N.B.; Giesbrecht, J.; Blight, D.F., 1976. Design and performance of an electronic seed counter. Can. J. Plant Sci. 56:351-355.
24. Morse, Pamela A., 1984. A history of the Statistical Research Service, Ottawa. I-643, Inst. de rech. tech. et de stat., Dir. gén. de la rech., Agric. Can., Ottawa, 32 p.
25. Munroe, J.A.; Wolynetz, M.S.; Turnbull, J.E.; Darisse, J.P.F., 1981. Cold weather conditions in a free-stall barn fitted with a porous ceiling. Can. Agric. Eng. 23:17-21.
26. Comité permanent des bâtiments agricoles du CNRC, 1977. Code canadien des bâtiments agricoles. Cons. nat. de rech. du Can. 15564, Ottawa.
27. Reid, W.S., 1974. Seed counters aid research. Can. Agric. 19(1):24-27.
28. Saunders, Charles E., 1921. Researches in regard to wheat, flour and bread. Bull. 97, Min. de l'Agric. du Dom. du Can., Ottawa, 56 p.
29. Scott, K.R.; Kalbfleisch, W., 1963. Plant growth building with evaporative cooling. Can. Agric. Eng. 5:32-33.
30. Smith, A.D.; Bergen, H., 1962. Note on a power plot seeder. Can. J. Plant Sci. 42:548-550.
31. Turnbull, John E.; Coates, James A., 1971. Temperatures and air-flow patterns in a controlled-environment, cage poultry building. Trans. Am. Soc. Agric. Eng. 14:110-120.
32. Turnbull, J.E.; Lefkovitch, L.P.; Lowe, D., 1981. Multi-laminated nailed truss connections. Can. Agric. Eng. 23:113-119.
33. Turnbull, J.E.; Phillips, P.A.; Hore, F.R., 1977. Design, concepts and construction costs of eight different manure storage. Can. Agric. Eng. 19:65-70.
34. Turnbull, J.E.; Todd, D.M., 1970. The effect of nailing patterns on the tensile strength of plywood gussets. Can. Agric. Eng. 12:42-44.
35. Voisey, Peter W., 1963. Note on the modification of an electronic temperature controller to provide diurnal temperature variations in plant growth chambers. Can. J. Plant Sci. 43:111-112.
36. Voisey, P.W.; Miller, H.; Kloek, M., 1966. An electronic recording dough mixer. 2. An experimental evaluation. Cereal Chem. 43:420-432.
37. Went, F.W., 1943. Plant growth under controlled conditions. 1. The air-conditioned greenhouses at the California Institute of Technology. Am. J. Bot. 30:157-163.

Chapitre 20
Transformation, conservation et conditionnement des aliments

Tomates et concombres de serre mis à part, le Canada doit importer ses légumes frais de novembre à avril et assurer la conservation de ses excédents de production pour les utiliser après la saison de croissance. Le bétail est abattu, les vaches donnent du lait et les poules pondent des œufs à longueur d'année, même si le volume de production de ces produits peut fléchir en cas de pénurie d'aliments frais. Les excédents de lait, d'œufs et d'autres produits doivent être soumis à certaines formes de conservation. Les spécialistes de l'alimentation et du génie alimentaire de l'Institut de recherches sur les aliments à Ottawa et des laboratoires de recherches sur les viandes et la transformation des fruits et légumes des stations de recherches de Kentville (Nouvelle-Écosse), Morden (Manitoba), Lethbridge et Lacombe (Alberta) et Summerland (Colombie-Britannique) ont résolu bien des problèmes de conservation et amélioré de nombreuses techniques de conditionnement; ils ont ainsi aidé les producteurs à grossir leurs revenus et à offrir aux consommateurs canadiens une plus grande variété de produits de meilleure qualité.

ENTREPOSAGE DES ALIMENTS FRAIS

Depuis des siècles, on conserve les pommes, les poires et les légumes-racines comme le navet et la pomme de terre dans des caveaux à légumes. Sombre et humide, le caveau est un local partiellement enfoui, ménagé à flanc de coteau ou dans un coin sec et bien drainé de la cour de ferme. Les parties non enfouies sont recouvertes de plusieurs mètres de terre engazonnée. Le caveau est souvent assez grand pour qu'une voiture tirée par des chevaux ou un camion puisse y pénétrer pour le chargement ou le déchargement. Certaines variétés de fruits et légumes se conservent bien dans un caveau jusqu'en février ou mars, sans geler ni surchauffer.

En 1931, la Division de l'horticulture a construit un laboratoire à basse température pour étudier la conservation des fruits et légumes en atmosphère contrôlée. Le laboratoire comportait six chambres de 30 m^3. L'une des chambres était maintenue à une température de 0 °C, et les cinq autres, à des températures supérieures à 0 °C. En 1936, on a construit deux nouvelles chambres de congélation et porté à 21 le nombre total de chambres froides. W.R. Phillips n'a pas tardé à constater que les pommes et les poires se conservaient plus longtemps dans une chambre maintenue à une température voisine du point de congélation de l'eau que dans un caveau où la température était de 5 à 10 °C. Il a également constaté que la vitesse de refroidissement, l'humidité relative et les niveaux d'oxygène et de gaz carbonique dégagés dans la chambre

d'entreposage par la respiration des fruits exerçaient tous une influence sur la fermeté des fruits et leur propriété de conservation. Parallèlement, Phillips s'est intéressé aux aspects mécaniques de la congélation et de l'emballage. Ses expériences ayant été couronnées de succès, le Ministère a été en mesure de participer financièrement à la construction d'entrepôts frigorifiques commerciaux.

S.W. Porritt et D.V. Fisher de Summerland ainsi que C.A. Eaves de Kentville ont également étudié les problèmes associés à l'entreposage des fruits. Peu après la fin de la Seconde Guerre mondiale, des scientifiques de Summerland ont montré que des pommes comme la Delicious et la Winesap se gardaient bien à une température oscillant entre -1 et 0 °C, alors que la McIntosh et la Newtown résistaient mal aux mêmes températures et présentaient divers problèmes : coeur aqueux, échaudure, blettissement. Porritt s'est intéressé aux possibilités de l'entreposage en atmosphère contrôlée peu après que le procédé eut été mis au point en Angleterre, en 1953 (20). Les fruits entreposés continuent de respirer, c'est-à-dire d'absorber de l'oxygène et de libérer du gaz carbonique; plus la

température est élevée, plus leur intensité respiratoire augmente. Dans un entrepôt à atmosphère contrôlée, le niveau de gaz carbonique est porté de 0,03 p. 100 à environ 5 p. 100, et le niveau d'oxygène est abaissé de façon que le gaz carbonique et l'oxygène forment ensemble environ 21 p. 100 de l'air ambiant. En abaissant ainsi l'intensité respiratoire des fruits, on en prolonge la durée d'entreposage. Ces conditions étant réunies, Porritt a observé que la température d'entreposage des pommes Newtown et McIntosh pouvait être portée à 2 °C sans que les fruits présentent les problèmes précédemment observés (coeur aqueux, échaudure, blettissement).

Dans les premières années, le contrôle de la teneur en gaz carbonique des chambres à atmosphère contrôlée se faisait par simple ventilation de l'air ambiant. La technique ayant été améliorée, le gaz carbonique et l'oxygène ont dû faire l'objet d'un contrôle distinct. On a donc utilisé des épurateurs contenant de la soude caustique (de l'hydroxyde de sodium dissous dans de l'eau) pour débarrasser l'air ambiant de tout excédent de gaz carbonique. Ces épurateurs étaient cependant coûteux et dangereux. L'épurateur à eau qui leur a succédé remonte au milieu des années 1950. Il demeurait coûteux, mais ne présentait plus aucun danger.

Vers la même époque, les entreprises fruitières de la vallée de l'Annapolis construisaient de nouvelles installations à atmosphère contrôlée. Dans celle qu'observait C.A. Eaves à la Station expérimentale de Kentville, on a remarqué que la teneur de l'air en gaz carbonique demeurait faible, même si l'entrepôt était plein de pommes. Après une étude sommaire, Eaves en est arrivé à la conclusion que la chaux contenue dans le plancher de béton fraîchement coulé absorbait le gaz carbonique libéré par les pommes. S'appuyant sur cette observation faite en 1959, Eaves et son technicien, H.J. Lightfoot, ont conçu et construit le premier épurateur à chaux au monde. À l'usage, ils ont constaté qu'ils pouvaient stocker des sacs de chaux non ouverts dans un local étanche relié à l'entrepôt par des conduites. La circulation de l'air dans les conduites était assurée par les ventilateurs des serpentins évaporateurs utilisés dans tous les

entrepôts frigorifiques pour abaisser les températures. L'épurateur inventé par Eaves était peu coûteux, sûr et efficace. Testé ultérieurement dans plusieurs pays, l'épurateur à chaux de type Kentville continue d'être utilisé dans les grandes régions productrices de pommes du monde. Aujourd'hui encore, il concurrence, par son prix, les techniques les plus avancées de captage du bioxyde de carbone.

En 1982, Lidster, Lightfoot et McRae [18] ont montré, à Kentville toujours, qu'en abaissant la concentration d'oxygène dans un entrepôt frigorifique à environ 1 p. 100, on arrive à entreposer pendant un an ou plus des pommes qui se sont déjà bien conservées pendant dix mois. De plus, ces pommes ont une qualité exceptionnelle et peuvent rester à l'étalage deux fois plus longtemps qu'avant. Plusieurs grands entreposeurs commerciaux de la Nouvelle-Écosse ont adopté le système et s'en disent très satisfaits. Les pommes canadiennes peuvent maintenant concurrencer les pommes de grande qualité importées de l'hémisphère Sud, et ce, même pendant la saison creuse.

Dans l'Okanagan, quand les pommiers du nouveau cultivar Spartan ont commencé à produire, on a observé, à l'emballage, que, dans certaines conditions, les pommes subissaient un blettissement interne souvent associé à une carence en calcium. Porritt, Lidster, Meheriuk [21] et d'autres ont établi qu'on pouvait atténuer ce phénomène en plongeant les pommes dans un solution de chlorure de calcium avant de les entreposer dans une chambre à faible humidité relative.

La découverte la plus récente dans le domaine de l'entreposage des fruits et légumes a été faite en 1985 par une équipe de chercheurs de la Direction générale de la recherche et de deux universités de la Nouvelle-Écosse. P.D. Lidster à Kentville, deux chimistes à l'Université Saint-Mary, C.M. Elson et D.H. Davies, et E.R. Hayes à l'Université Acadia ont modifié la molécule de la chitine de manière que celle-ci puisse être pulvérisée sur des fruits et légumes frais. La pellicule biodégradable qui se forme à la surface des produits traités en ralentit la respiration. En transformant ainsi la chitine—substance organique insoluble et constituant principal de la carapace du homard et du crabe—en une substance soluble, les chercheurs [9] ont tiré des déchets de l'industrie de la pêche un produit apte à prolonger la durée d'entreposage de fruits et de légumes de grande qualité. Les produits ainsi traités demeurent frais pendant plusieurs mois dans un entrepôt frigorigique normal ou même un simple réfrigérateur, car leur respiration modifie l'atmosphère à l'intérieur de la pellicule.

IRRADIATION

Le Canada produit 90 p. 100 du cobalt 60 utilisé dans le monde. Le cobalt 60 est un sous-produit du réacteur CANDU. On sait depuis 1947 que les rayons gamma du cobalt 60 facilitent la conservation des aliments.

F.L. Watters et K.F. MacQueen [26] à la Station de recherches de Winnipeg ont montré que les rayons gamma tuaient certaines espèces d'insectes présents dans des produits entreposés et qu'ils en stérilisaient d'autres, sans toutefois

altérer la qualité des céréales stockées. En 1961, V.W. Nuttall et des collègues [19] de l'Institut de recherches sur la génétique et l'amélioration des plantes, en collaboration avec l'Énergie Atomique du Canada, ont soumis des oignons à cinq niveaux différents de radiation avant de les entreposer. Ils ont constaté que 75 p. 100 des oignons non irradiés germaient, alors qu'aucun oignon irradié n'avait germé après 300 jours d'entreposage. H.B. Heeney et des collègues (12) à Smithfield (Ontario) ont irradié des fraises fraîches et ont réussi à les conserver pendant 3 semaines à 4 °C sans qu'elles moisissent ou que leur qualité en souffre. Les viandes, le poisson, la volaille et les céréales exposés à de faibles doses d'irradiation se détériorent moins vite, les rayons ayant atténué l'effet des champignons et des bactéries qu'ils contiennent.

En 1960, le Canada devient l'un des premiers pays à permettre l'irradiation des produits alimentaires, après que le ministère de la Santé et du Bien-être eut autorisé l'application du procédé aux pommes de terre pour en inhiber la germination. L'usine d'irradiation construite à cette époque à Saint-Hilaire (Québec) a produit pendant des années des pommes de terre de table sans germes. En 1963, les États-Unis approuvent l'utilisation des rayons gamma pour la répression des insectes parasites du blé et des produits du blé. En 1969, le ministère canadien de la Santé et du Bien-être suit l'exemple des Américains, mais autorise uniquement l'irradiation des pommes de terre et du blé. Même si l'Organisation mondiale de la santé, l'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture et l'Agence internationale de l'énergie atomique ont déclaré, en 1981, que les aliments soumis à une dose de un million de rads (10 000 Gy) avaient un indice de toxicité nul, de nombreux pays dont le Canada et les États-Unis n'ont pas encore donné de forme définitive à leur réglementation sur l'irradiation des aliments. Le Canada a cependant commencé à modifier ses règlements et à approuver l'irradiation d'autres produits alimentaires.

Les aliments irradiés n'émettent jamais de radiations eux-mêmes. Ils sont parfaitement inoffensifs, tant pour ceux qui les manipulent que pour ceux qui les mangent. Il semble donc que des recherches additionnelles aideront à mettre à la portée des transformateurs et des consommateurs canadiens cette technique de conservation des aliments à la fois efficiente, efficace et sûre. D'ici là, la Direction générale de la recherche étudie, en collaboration avec un laboratoire de Toronto (*Diversified Research Laboratories*), les possibilités offertes par l'irradiation de volailles entières ou mécaniquement débitées dans la lutte contre la salmonellose. De même, le Centre de recherche sur les aliments, en voie de construction à Saint-Hyacinthe (Québec), comportera une usine pilote d'irradiation des aliments. Enfin, on envisage de construire ailleurs au Canada des installations commerciales de traitement des produits alimentaires.

DÉSHYDRATATION

Les premières expériences canadiennes sur la déshydratation domestique des fruits ont été menées par la Division de l'horticulture, dans les dernières années de la Première Guerre mondiale. En mai 1923, la Chambre des Communes

s'est inquiétée de ce que le Canada importait de grandes quantités d'aliments déshydratés et a confié à un Comité de la déshydratation la tâche d'étudier les méthodes de déshydratation commerciale en usage au pays (3). L'année suivante, grâce aux efforts de C.S. McGillivray, inspecteur en chef des conserveries, et de E.S. Archibald, directeur des fermes expérimentales, des laboratoires de déshydratation ont été installés à Grimsby (Ontario) et Penticton (Colombie-Britannique). Cinq ans plus tard, un laboratoire de transformation est ajouté à l'édifice de l'horticulture de la Station expérimentale de Summerland (Colombie-Britannique), et F.E. Atkinson est placé à sa tête en juin 1929. Vers la même époque, C.C. Eidt à la Station expérimentale de Kentville commence à améliorer les méthodes de déshydratation et, en 1938, il publie sur la question une étude qui servira d'ouvrage de référence pendant de nombreuses années. Deux usines de déshydratation de pommes s'inspirant des méthodes mises au point à Kentville sont plus tard ouvertes en Ontario.

Avant d'être déshydratées, les pommes étaient tranchées et traitées avec un inhibiteur de moisissure, l'anhydride sulfureux. Dans les premiers temps, les pommes déshydratées prenaient une couleur noisette; en modifiant la concentration de l'anhydride sulfureux, on a plus tard réussi à en conserver le blanc crème. Le traitement à l'anhydride sulfureux a ensuite été rendu obligatoire par la Loi sur les viandes et conserves alimentaires du Canada.

Pour faciliter le transport des légumes vers les pays d'outre-mer pendant la Seconde Guerre mondiale, on a poussé les recherches sur la déshydratation. Mary MacArthur à Ottawa a découvert que le blanchiment des légumes avant la déshydratation avait pour effet d'arrêter l'activité des enzymes. Le laboratoire de Kentville a utilisé ses propres installations pour produire sur une base expérimentale des lots de légumes déshydratés qui ont ensuite été entreposés et éprouvés à Ottawa. En 1942, MacArthur a fait construire à Ottawa un vaste tunnel de déshydratation; elle y a réalisé plus de 2 000 expériences pendant les quatre dernières années de la Seconde Guerre mondiale. Par ses travaux, elle a contribué à améliorer sensiblement l'apparence et la valeur nutritive des choux, des carottes, des pommes de terre et des navets déshydratés commercialement.

ALIMENTS CONGELÉS

Le pionnier de la congélation des aliments au Canada est un fabricant de boîtes en papier kraft de Philadelphie, W.H. (Bill) Heeney. Vers la fin des années 1920, Clarence Birdseye, qui avait besoin de boîtes dans lesquelles mettre les aliments congelés qu'il produisait, est entré en contact avec Heeney. La curiosité de Heeney a été à ce point piquée par cette nouvelle méthode de conservation des aliments qu'il a décidé, en réponse aux exhortations de Birdseye, de revenir dans sa ville natale, Ottawa, fonder une entreprise de congélation rapide des aliments. Heeney bénéficiait de la collaboration de la Division de l'horticulture et travaillait avec sa soeur Lilian, diplômée en sciences des aliments du Collège Macdonald. En 1933, ils ont congelé 10 000 lb (4 500 kg) de fraises et de framboises, les ont gardées jusqu'à Noël et les ont fait vendre par les laitiers sur

leurs parcours de distribution. La réfrigération des fruits dans des voitures à cheval ne posait pas de problèmes en décembre, à Ottawa. La réaction des consommateurs a été telle que, en 1934, Heeney a congelé 300 000 lb (136 000 kg) de fraises produites à contrat, à Simcoe (Ontario). En 1935, il avait des points de vente à Montréal, Québec et Toronto. Heeney a vendu ses intérêts dans la compagnie en 1956, après en avoir fait une importante entreprise nationale, la *Zer-O-Pack*, spécialisée dans la congélation des fruits et légumes.

Les chercheurs au laboratoire de congélation de la Division de l'horticulture ont travaillé à améliorer les méthodes de manutention, d'emballage et d'entreposage des aliments congelés et ont vérifié ultérieurement leurs observations dans des installations pilotes. Ayant fait des recherches sur de nombreuses variétés, la Division était particulièrement bien placée pour évaluer les variétés les mieux adaptées à la congélation commerciale et domestique. Les travaux sur la congélation ont cependant été interrompus par la Seconde Guerre mondiale, le laboratoire ayant été affecté d'urgence aux recherches sur la déshydratation des légumes. Les travaux sur la congélation ont repris en 1944. En 1945, la Section de la consommation du Service de la commercialisation du Ministère publiait la première brochure consacrée à la congélation domestique en s'inspirant des recherches de la Division de l'horticulture. En 1949, Mary MacArthur s'estimait suffisamment sûre de ses résultats pour les résumer et les publier dans une brochure consacrée aux applications commerciales de la congélation.

PURÉE DE POMMES DE TERRE INSTANTANÉE

En 1960, Asselbergs, Saidak et Hamilton [2], à l'Institut de recherches sur les plantes, ont étudié les pommes de terre en granules offertes sur le marché, tant sur le plan microscopique que pour leurs qualités organoleptiques. Ils ont constaté que les granules de toutes les étiquettes commerciales étaient environ deux fois plus petits que les cellules des pommes de terre fraîchement cuites et qu'ils n'avaient jamais les qualités gustatives des produits frais. Ils ont donc conçu une méthode de fabrication de pommes de terre en flocons ou en cristaux qui ressemblaient beaucoup plus à une purée de pommes de terre fraîche; leur technique consistait à faire bouillir, sécher et mettre en purée des pommes frites, à y ajouter une faible quantité de lait écrémé en poudre, puis à faire passer la purée dans un séchoir à deux tambours conçu par J.G. Kemp du Service des recherches techniques. L'écartement des tambours a été soigneusement réglé pour que la taille des flocons soit égale à celle des cellules d'une pomme de terre fraîchement cuite. Les cristaux reconstitués et soumis à un test de dégustation ont été jugés nettement supérieurs aux purées déshydratées offertes sur le marché. Le procédé a donc été breveté. Il est encore utilisé par plusieurs fabricants canadiens de purée déshydratée.

JUS DE FRUITS ET VINS

Les premiers travaux réalisés à Summerland sur la possibilité de produire de l'eau-de-vie à partir de pommes de qualité inférieure ont débouché sur des

recherches sur la production de jus de pommes et d'autres fruits. À cette époque, le jus de pommes sucré était très pulpeux, et son apparence s'en ressentait. Atkinson est parvenu à le clarifier par addition de tanin et de gélatine. Utilisant un pasteurisateur ultra rapide de sa conception, il est parvenu à inactiver les enzymes (polyphénoloxydases) qui décoloraient les jus soumis à une pasteurisation lente. Heureusement, les contenants d'acier résistant aux acides venaient d'arriver sur le marché. Le jus de pommes clarifié a été offert avec succès à la consommation, et, en 1953, a rapporté des recettes brutes de près de 2 $ millions aux producteurs de fruits de l'Okanagan.

À la même époque, C.C. Strachan, fraîchement diplômé du *Massachusetts Institute of Technology*, étudiait les effets de l'addition d'acide ascorbique (vitamine C) à du jus de pommes clarifié dans le but de lui donner les qualités nutritives d'un jus d'agrumes (22). Il a découvert que l'acide ascorbique améliorait la saveur du jus de pommes en en inhibant l'oxydation. R.P. Walrod, directeur de la *B.C. Fruit Processors*, a encouragé Atkinson et Strachan à développer l'idée et à l'appliquer au jus non clarifié. Le jus de pommes «opalescent» ainsi obtenu a été immédiatement bien accueilli des consommateurs et il continue d'être apprécié.

Le jus de canneberges est souvent associé à d'autres jus de fruits dans la préparation de coquetels de fruits. Il présente l'avantage d'avoir, outre une saveur piquante, une couleur vive, et tout procédé susceptible d'en améliorer le rendement et la couleur offre un intérêt commercial évident. D.F. Wood de Kentville (28) a découvert qu'en ajoutant une très petite quantité de pectinase (1:1000) aux canneberges au moment du pressage, on obtenait un jus d'une couleur plus intense et on accroissait la quantité de jus obtenue d'environ 60 p. 100 par comparaison à la méthode d'extraction commerciale habituelle.

Des vins ont été produits dans divers laboratoires de transformation des aliments, principalement dans le cadre de programmes d'amélioration des vignes, mais également à l'occasion de travaux sur la production de vins d'autres fruits. Tibor Fuleki de Kentville, par exemple, a réussi à produire un vin de bleuets commercialement acceptable (11). Il a observé qu'en utilisant les souches de levure appropriées à des températures inférieures à la normale, il obtenait un vin auquel les connaisseurs eux-mêmes attribuaient les mêmes qualités qu'un vin fait à partir de raisins de bonne qualité. On fabrique aujourd'hui du vin de bleuets à Moncton (Nouveau-Brunswick) et dans la région du Lac Saint-Jean (Québec), où il sert de base à la production de plusieurs types de vins apéritifs.

Les producteurs de mûres de Logan de la Côte ouest ayant enregistré, en 1929, un excédent de production, ont formé une entreprise vinicole et produit cette année-là plus de 3 000 hl de vin. Toutefois, la présence de micro-organismes à l'origine de dépôts gluants dans le vin en interdisait la commercialisation. Les producteurs ont donc consulté W. Newton, phytopathologiste de Saanichton, et après avoir filtré et stérilisé le vin, sont parvenus à en récupérer la majeure partie. Par la suite, Newton a continué de conseiller la compagnie dans plusieurs de ses activités.

Selon Atkinson, Bowen et MacGregor [5], les pommes peuvent elles aussi donner du vin ou du cidre acceptables. Faute de variétés européennes à teneur élevée en tanin, ils ont utilisé des pommes de confection impropres à la vente. En choisissant soigneusement une levure à partir de 30 isolats, ils sont arrivés à produire un cidre pétillant de qualité supérieure par fermentation à 15 °C pendant quatre jours. Leur système s'est avéré efficace et le cidre obtenu était commercialisable.

Les Canadiens utilisent le raisin pour fabriquer du vin depuis des générations. Récemment encore, toutefois, seule la rustique vigne américaine *Vitis labrusca* était utilisée. Cette espèce donne un vin qui présente un goût framboisé caractéristique dit «foxé». La Station de recherches de Summerland et le ministère de l'Agriculture de l'Ontario ont fait d'excellents travaux dans la recherche et la production de variétés de vigne de l'espèce *Vitis vinifera* et d'hybrides adaptés au climat canadien. Bowen, MacGregor et Fisher [8] de Summerland ont produit du vin à partir de 25 variétés de *V. vinifera* et d'hybrides cultivés dans le vignoble de la station et recommandé un certain nombre de variétés à la fois rustiques et propres à donner du bon vin. À Kentville, les premiers essais sur les variétés de raisin ont commencé en 1913. Ce n'est que récemment, en 1971, qu'on a sélectionné du raisin de table. Certains plants de ces variétés ont été plantés dans un vignoble voisin de la station; ce n'est toutefois qu'en 1977, époque à laquelle ils ont été remplacés par du *V. vinifera* que les fabricants de vin ont pu obtenir un produit de grande qualité.

ALIMENTS EN CONSERVE

Ce n'est qu'en 1929, avec la construction d'un nouvel immeuble consacré à l'horticulture sur les terrains de la Ferme expérimentale centrale, que le Ministère a eu à sa dispostion les installations voulues pour faire des expériences poussées dans le domaine de la mise en conserve des fruits et des légumes. Les résultats des premiers travaux ont été décrits en 1930 par Ethel W. Hamilton qui a comparé quatre méthodes de mise en boîte de nombreuses variétés de framboises et conclu que la méthode du bain d'eau était la mieux adaptée aux usages domestiques. De plus, elle a mis en conserve plusieurs variétés de sept légumes différents et de six autres fruits, et formulé des recettes de pickles et de relish.

Les premières garnitures en conserve pour tartes aux fruits ont été lancées sur le marché canadien en 1946. Toutefois, les consommateurs et les exploitants de cuisines commerciales se sont méfiés du produit, qui variait d'un fabricant à l'autre et d'année en année, faute de recette type. À Summerland, C.C. Strachan, A.W. Moyls et F.E. Atkinson ont travaillé avec Dorothy Britton, spécialiste de l'économie domestique, à l'élaboration de procédés de fabrication commerciale de nombreux genres de garnitures pour tartes aux fruits (23). Ils se sont principalement intéressés aux pommes, mais également aux abricots, aux prunes, aux pêches, aux cerises et à plusieurs espèces de baies, en mélanges ou non.

La saveur et la fermeté des pommes des garnitures pour tartes qu'on trouve aujourd'hui sur le marché ne tiennent pas du hasard. Le méat intercellulaire de nombreux fruits et légumes est occupé par plusieurs types de gaz. Ces gaz, qui contiennent souvent une assez bonne part d'oxygène, explosent s'ils sont chauffés et peuvent ainsi amollir les fruits, entraîner la corrosion du revêtement interne des boîtes et le dégagement d'odeurs suspectes. Les conserveries se sont tout d'abord attaquées au problème en mettant les pommes pelées et tranchées dans une saumure afin d'en chasser les gaz. En lavant ensuite les pommes à l'eau, on les débarrassait de la majeure partie du sel qu'elles contenaient. Une autre méthode consistait à extraire les gaz par le vide, puis à chasser le vide ainsi créé au moyen d'une saumure, d'eau chaude, d'un sirop ou d'une marinade. Les deux méthodes étaient longues et coûteuses. Kitson (6) a changé tout cela en 1961 en mettant au point, à la Station de recherches de Summerland, un autoclave continu. Le principe de fonctionnement de l'appareil est d'une simplicité remarquable. Il consiste à placer la chambre à vide à 10 m au-dessus de la pompe d'amenée et du robinet-vanne de sortie. Dans la chambre, les tranches de pomme soumises à l'effet du vide sont maintenues en mouvement par une courroie. Le poids des pommes et du liquide qui entrent et sortent de la chambre par deux conduites de 10 m de longueur suffit à maintenir dans le système un vide partiel grâce auquel l'opération peut se faire en continu. Le produit obtenu offre de telles qualités que l'industrie l'utilise depuis 1965 environ. L'équipement est fabriqué commercialement à Vancouver et vendu dans le monde entier.

ÉQUIPEMENT DE PETITES CONSERVERIES

Au début des années 1930, plusieurs laboratoires de transformation des fruits et légumes des stations expérimentales du Ministère et la Division de l'horticulture ont fabriqué et testé, à la demande de producteurs de fruits, des évaporateurs, des échangeurs de chaleur, des cuiseurs à courroie ainsi que des appareils de concentration et de remplissage de boîtes que pourraient utiliser de petites conserveries privées souvent engagées dans la production de produits de qualité supérieure, parfois inhabituels et vendus à fort prix.

Dans l'Okanagan, la déshydratation des pommes et la fabrication des cerises au marasquin se faisaient à l'anhydride sulfureux. Atkinson à la Station de Summerland, a conçu une colonne d'absorption dans laquelle il a remplacé les gaz comprimés en usage à l'époque par du soufre brut dix fois moins coûteux.

Après avoir conçu, entre autres, des tables de préparation, des courroies de transport et des autoclaves à valve de sûreté, Atkinson et Strachan ont donné, dans l'un des bulletins les plus demandés du ministère de l'Agriculture, *Small canneries*, (4) des renseignements détaillés sur des conserveries de trois tailles différentes. En suivant les conseils donnés dans le bulletin, des entrepreneurs ont établi avec succès de petites conserveries qui sont demeurées en exploitation pendant 30 à 40 ans.

BLANCHIMENT

De nombreux fruits et légumes contiennent des enzymes qui peuvent en causer la détérioration si on ne les détruit pas avant la congélation et l'entreposage des produits. La présence des enzymes altère la saveur, la couleur et la texture des fruits ou des légumes et leur donne souvent un mauvais goût. On les inactive en les portant à plus de 85 °C.

À la maison, on blanchit les légumes en les plongeant dans de l'eau bouillante. En industrie, le blanchiment se fait à la vapeur (à la pression atmosphérique) ou à l'eau chaude. L'une et l'autre méthodes présentent les inconvénients suivants : 1) une grande consommation d'énergie, 2) la production d'eaux résiduaires polluées par la présence de matières organiques de lessivage et 3) une dégradation de la vitamine C, parce qu'on surchauffe les produits en surface pour en amener le centre à la température voulue.

384 Un soir de 1970, trois chercheurs réunis à Kansas City ont eu une séance de remue-méninges improvisée sur les méthodes de blanchiment. Il s'agissait de Robert Stark de Kentville, John Kitson de Summerland et Gordon Timbers de l'Institut de recherches techniques et statistiques d'Ottawa. Au retour de Timbers à Ottawa, des idées ont commencé à germer. C'est ainsi qu'est né un système qui n'avait jamais été utilisé commercialement et dans lequel les produits sont soumis à une chaleur tout juste suffisante pour atteindre une température voulue, maintenus ensuite à cette température, puis refroidis rapidement. En 1975, Timbers et J.C. Caron construisent un prototype et l'envoient subir des tests préliminaires à Kentville. Dans la nouvelle machine, la vapeur traverse sous pression une courroie mobile et enveloppe les morceaux de légumes pendant un court laps de temps; les légumes demeurent ensuite dans un compartiment isolé où leur température s'égalise. Ils sont enfin refroidis rapidement et congelés. La vapeur non condensée est réintroduite dans le circuit, ce qui entraîne une économie d'énergie et une réduction du volume des eaux résiduaires.

De 1975 à 1978, Stark et Dan Cumming mettent le prototype expérimental à l'essai et se disent enchantés des résultats. Dans le cas des petits pois, par exemple, ils observent que le blanchiment à la vapeur se fait en 35 secondes au lieu de 90, que les pois doivent demeurer dans la chambre de stabilisation pendant 55 secondes et que le taux de rétention de la vitamine C est considérablement amélioré.

Jusque-là, le projet avait entraîné des dépenses en matériel de 7 000 $ et exigé beaucoup de temps et de réflexion. L'étape suivante, la commercialisation du matériel, allait être beaucoup plus coûteuse, mais rémunératrice. La Station de recherches de Kentville a passé avec l'*Atlantic Bridge Company (ABCO)* de Lunenburg (Nouvelle-Écosse) un contrat de construction d'un prototype commercial du système. En 1979, la *M.W. Graves Company* de Kentville mettait le prototype à l'essai dans ses installations. L'entreprise a transformé 1 200 000 kg de différentes variétés de légumes et constaté que le système avait une capacité de trois à huit fois supérieure à celle des systèmes classiques tout en consommant la même quantité de vapeur—des résultats supérieurs à ceux

qu'on avait obtenus avec le prototype expérimental. De plus, le volume des eaux résiduaires était tombé à 10 p. 100 de ce qu'il était, et les eaux usées de l'entreprise était par conséquent beaucoup moins polluées. Avantage ultime, mais capital, les légumes étaient beaucoup plus nutritifs. Le brocoli, par exemple, gardait au moins 50 p. 100 plus de vitamine C.

La Société canadienne des brevets et d'exploitation Ltée, société de la Couronne, a breveté le principe au Canada et aux États-Unis (le brevet américain, en date du 14 juin 1983, porte le numéro 4387630). La *ABCO Ltd.* a construit des systèmes de blanchiment de quatre tailles différentes d'une capacité de 1 000 à 13 500 kg/heure. La *Food Machinery Corporation* (FMC) de Californie en assure la commercialisation. Depuis le milieu de 1984, quatre systèmes ont été vendus : trois au Canada et un aux États-Unis. Les prototypes qui appartiennent à la *ABCO* et à la *FMC* sont loués ou mis à l'essai dans des entreprises du Canada, des États-Unis, d'Europe et de Nouvelle-Zélande. Les entreprises qui ont un système de blanchiment ABCO ont constaté qu'elles pouvaient l'utiliser dans la cuisson des aliments ainsi que dans d'autres applications novatrices.

L'Institut de recherches techniques et statistiques, la Station de recherches de Kentville et la *ABCO Ltd.* ont reçu pour leurs efforts le prix Gordon Royal Maybee de l'Institut canadien des sciences et technologie alimentaires, le *Industrial Achievement Award* de la *United States Institute of Food Technologists* et le *Food Processing Award* de la *Putnam Press* aux États-Unis. Le coût des travaux de recherche et de développement sera amplement remboursé par la création de nouveaux emplois dans le secteur manufacturier et la vente de légumes congelés plus nutritifs. La recherche profite donc aussi bien à l'industrie de la transformation qu'au contribuable canadien.

CUISEUR-REFROIDISSEUR ROLLTHERM

J.A. Kitson à Summerland a observé que les aliments stérilisés en boîte dans un autoclave conservaient longtemps leur chaleur, même si les paniers d'acier contenant les boîtes étaient plongés dans de l'eau froide. Il a donc imaginé un système de courroies pour faire tourner les boîtes sur elles-mêmes pendant leur passage dans un bain d'eau froide. Cette légère agitation des boîtes contribuait à dissiper beaucoup plus rapidement la chaleur accumulée. Kitson s'est donc dit qu'on pourrait chauffer les aliments plus rapidement par le même moyen. En collaboration avec Dugal R. MacGregor à Summerland et Darrell F. Wood à Kentville, il a mis au point et fait breveter (17) un cuiseur-refroidisseur à rotation. Le système a été décrit en 1968 dans un magazine français consacré à l'industrie alimentaire, et il a remporté le premier prix attribué par le Ministère pour l'invention d'une technique et d'une machine de transformation des aliments. Autre avantage, le cuiseur-refroidisseur Rolltherm améliore les qualités gustatives et nutritives et la texture des fruits et légumes et son coût de construction est inférieur à celui des autres cuiseurs automatiques.

INSPECTION ET CLASSEMENT

Le système de classement des aliments en usage au Canada compte parmi les meilleurs au monde. Le ministère de la Santé nationale et du Bien-être social surveille étroitement la pureté des aliments, et le ministère de l'Agriculture en assure le classement. Une pomme, par exemple, doit répondre à des normes de taille et de couleur et ne présenter aucune tache pour être rangée dans la catégorie Canada nº 1. Dans le cas de la viande, l'inspection permet de déterminer si une demi-carcasse de bœuf, par exemple, appartient à la catégorie Canada A1... ou D4.

Les recherches sur les carcasses de bœuf et de porc lancées par la Station de recherches de Lacombe en 1948 constituent l'une des plus belles réussites de la Direction générale de la recherche. D'ailleurs, on a dit des systèmes de classement du porc et du bœuf respectivement adoptés en 1968 et 1972 qu'ils constituaient les méthodes de classement des carcasses les plus avancées du monde, et le principe sur lequel ils reposent—le contenu des carcasses en maigre—a été largement copié.

Les premières recherches menées à Lacombe l'ont été par H.F. Fredeen et A.H. Martin, qui souhaitaient trouver une méthode de mesure fiable des animaux vivants par laquelle on pourrait prévoir le rendement des carcasses et qui pourrait servir dans la sélection des reproducteurs. À leur avis, le taux de croissance et le taux de conversion des aliments n'étaient pas les deux seuls indicateurs du potentiel économique d'un animal. Ils voulaient mesurer la composition des tissus des animaux et ont utilisé plusieurs moyens pour en prévoir le ratio maigre-gras : évaluations visuelles, sondes manuelles, radiographie, indicateur électrique de maigre.

Les tests menés sur le terrain en 1960 ont contribué à faire connnaître la sonde manuelle aux éleveurs de porc; en peu de temps, son usage s'est répandu dans tout le pays. Plus tard, les chercheurs de Lacombe ont mis au point un écho-sondeur électronique d'une aussi grande précision qui a remplacé la sonde dans le Programme canadien de contrôle des aptitudes (PCA) au début des années 1970.

Bien que l'évaluation à la sonde des animaux vivants ait ouvert la voie à une amélioration génétique sensible des sujets reproducteurs, il était évident qu'elle aurait peu d'effet sur la réduction des tissus adipeux à moins que les éleveurs de porc n'y trouvent un avantage financier. Fredeen a donc conçu une méthode d'indexation fort simple par laquelle il établissait un lien direct entre la valeur marchande d'une carcasse et le poids de la carcasse ainsi que l'épaisseur de lard dorsal. En 1967, il a testé 5 000 carcasses d'origine canadienne diverse pour établir le bien-fondé de sa méthode; l'année suivante, elle était officiellement adoptée. Dès 1967, les carcasses avaient perdu, en moyenne, 0,5 kg de graisses inutiles; en 1983, ce chiffre était passé à 1,0 kg. Concrètement, cela signifie que les porcs abattus annuellement aujourd'hui donnent, au total, 6 000 000 kg de viande que n'auraient produits les porcs d'élevage en 1968.

Intrigués par ces progrès, des représentants de l'industrie du bœuf ont demandé en 1968 à Fredeen d'étudier la possibilité de réviser leur système de classement des carcasses. Les recherches ont commencé en 1970, avec le concours financier du ministère de l'Agriculture de l'Alberta et de la *Western Stock Grower's Association*. Les résultats qui ont été présentés l'année suivante ont suscité un vif débat. Même s'ils étaient conscients de la nécessité d'un changement, les conditionneurs et les détaillants estimaient qu'il fallait l'étaler sur plusieurs années. C'est finalement un éleveur de bétail de Lloydminster, Johnathon Fox junior qui a amené l'industrie à opter pour le changement par sa question «Quand vous coupez la queue d'un chien, le faites-vous un pouce à la fois?». Les nouvelles normes de classement fondées sur la quantité de maigre et la qualité de la viande ont été adoptées en septembre 1972. En moins d'une semaine, les carcasses de qualité de la catégorie «maigre» obtenaient les meilleurs prix du marché. La boucle a été bouclée après que le Service des recherches techniques eut mis au point, à l'intention des inspecteurs, un petit appareil de mesure de l'épaisseur des tissus adipeux.

Le vieux problème des excédents de gras chez les bovins a presque disparu du jour au lendemain. Bref, on a cessé de gaspiller du temps, des provendes et de l'argent à produire, enlever et écouler des excédents de matières grasses de peu de valeur. Les consommateurs, de leur côté, ont pu disposer de bons approvisionnements de bœuf maigre à leur goût.

Pendant que Fredeen poursuivait ses travaux à Lacombe, E.J. Brach à l'Institut de recherches techniques et statitiques découvrait qu'il pouvait mesurer objectivement la couleur, la taille et la texture des produits alimentaires pour en déterminer la catégorie. Il savait que les surfaces lisses reflètent mal la lumière diffuse alors que les surfaces inégales la reflètent bien. En transformant l'énergie de la lumière réfléchie en un courant électrique, il a été en mesure de savoir si la finition d'un animal avait été faite avec des fourrages ou des céréales. De même, en mesurant la couleur des tissus, il a pu déterminer le contenu en matières grasses d'une viande. Le classement des œufs, de la viande, des pommes, des cerises, des pommes de terre et d'autres produits se fait habituellement par comparaison avec un même produit de qualité connue : une norme. En 1984, Brach et des inspecteurs d'expérience ont testé plusieurs prototypes de son appareil dans des abattoirs. En comparant les lectures de l'instrument à une table de normes, les inspecteurs ont pu déterminer la catégorie des carcasses. Les tests terminés, Brach compte produire des appareils plus sophistiqués qui donneront directement une indication de la catégorie. Le premier pas vers l'inspection automatique des carcasses a été fait.

La texture des aliments contribue au plaisir que nous avons à les manger. La tendreté d'un bifteck et le caractère croquant d'une pomme en sont des caractéristiques importantes. Deux approches ont été utilisées jusqu'ici dans l'étude de la texture : les analyses sensorielles (tests de dégustation) qui, par essence, sont subjectives, et l'utilisation d'instruments de mesure objective de la force requise pour déformer et broyer un aliment. Les analyses sensorielles se font avec le concours de juges de dégustation, qui ne peuvent apprécier que quelques

échantillons à la fois, les papilles gustatives se fatiguant rapidement. La méthode est parfois coûteuse et compliquée; elle n'en constitue pas moins le test final irremplaçable qui précède le lancement de tout nouveau produit. Jusqu'en 1970, on utilisait un type d'appareil pour mesurer la texture des aliments dans le contrôle qualitatif en industrie et un autre type d'appareil dans les recherches en laboratoire. La conserverie ou l'abattoir qui souhaitait adopter une nouvelle méthode de recherche devait donc recalibrer son matériel.

En 1970, P.W. Voisey du Service des recherches techniques a mis la dernière main à la conception d'un système qui peut être utilisé aussi bien en industrie qu'en laboratoire, le Système de mesure des textures d'Ottawa (OTMS) (25). L'appareil est constitué d'un contenant dans lequel le produit à tester est placé et d'une presse à vis actionnée par un moteur à vitesse variable. Le bac où sont mis les produits à tester est à la fois simple et versatile; ses côtés sont pleins et son fond est fait d'une grille à barres parallèles d'écartement variable à travers laquelle les échantillons comprimés s'écoulent. Pour déter-

miner objectivement la texture d'un produit (petits pois, fruits, viandes, pâtes alimentaires, ainsi de suite), on compare des graphiques de temps et de force de différents échantillons d'un même produit. Dans une série de tests visant plusieurs types de produits, Voisey et d'autres ont constaté que l'OTMS pouvait servir à différencier clairement plusieurs variétés de soja cuit et à apprécier la maturité des poires en conserve, le calibre des petits pois en boîte et la tendreté d'un pétoncle ou d'un filet de morue poché.

La licence de fabrication du OTMS a été accordée à la *Canners Machinery Limited* de Simcoe (Ontario). L'appareil est aujourd'hui utilisé par des centres de recherche et des laboratoires industriels de nombreux pays. L'Australie et Israël l'ont adopté pour définir les normes de classement de leurs petis pois. Ainsi a-t-on tiré d'une nouvelle technique une norme plus fiable d'inspection des aliments.

CONSERVATION DES ŒUFS

Dès 1898, F.E. Shutt, le chimiste du Dominion, a cherché à améliorer les méthodes de conservation des œufs. À cette époque, les poules pondaient généralement moins de cent œufs par an, principalement au printemps et en été. Le reste de l'année, la production était faible, et les prix élevés. Pour pallier cet inconvénient, les gens avaient l'habitude de garder les œufs dans du verre soluble—solution à 10 p. 100 de silicate de sodium. Dans ses travaux, Shutt a observé que les œufs se conservaient aussi bien ou mieux dans une solution concentrée de chaux (d'oxyde de calcium) que dans du verre soluble. Cette méthode était également moins coûteuse et plus facile à appliquer. Pendant la Seconde Guerre mondiale, C.J. Johns à la Division de la bactériologie du Service des sciences (cf. chapitre 8) s'est intéressé à la question de la contamination bactérienne des œufs en poudre. En 1969, deux chercheurs de la Direction générale de la recherche ont sensiblement amélioré la qualité des œufs congelés.

La demande d'œufs congelés étant ce qu'elle est, de grandes entreprises de congélation se sont établies au Canada (10 000 000 kg/an) et aux États-Unis (230 000 000 kg/an). Les œufs sont cassés, et leur contenu est homogénéisé et pasteurisé avant d'être congelé dans des seaux de 15 kg. Cette méthode comporte bien des inconvénients. Étant donné le volume des seaux, la congélation demande de 36 à 72 heures, et la décongélation, de 24 à 36 heures. Même si les œufs ont été pasteurisés à 60 °C, des organismes peuvent continuer à s'y développer pendant les longues périodes de congélation et de décongélation. Au moment de la décongélation, les blancs dégèlent avant les jaunes même si les œufs ont été préalablement homogénéisés. Les œufs doivent donc être décongelés par seau complet et être mélangés à nouveau avant de pouvoir servir. Le produit est utilisé dans les boulangeries, les laiteries et les conserveries, en confiserie et dans les cuisines des hôtels, des restaurants et des institutions.

M. Aref à l'Institut de recherches sur les aliments s'est attaqué à ces problèmes en 1969. Il savait que la liqueur séminale se congelait rapidement par immersion dans de l'azote liquide à -196 °C. Pourquoi les œufs liquides homogénéisés et pasteurisés ne pourraient-ils pas être soumis au même traitement? Il a fait l'expérience et obtenu un produit qui ressemblait à du maïs soufflé. La même année, il faisait une demande de brevet (1) auprès de la Société canadienne des brevets et d'exploitation Ltée.

En 1970, G.E. Timbers au Service des recherches techniques a imaginé une méthode (24) de surgélation de gouttelettes d'œufs par laquelle il obtenait des granules congelés jaune clair beaucoup plus faciles à verser, à mesurer et à ensacher que les particules de la taille du maï soufflé. De plus, les granules dégelaient en 15 minutes, sans se séparer, et l'on pouvait les emballer dans des sacs de plastique transparent contenant une quantité préétablie d'œufs. Les cuisiniers se trouvaient ainsi en mesure de prélever d'un contenant d'œufs en vrac exactement la quantité voulue, sans décongélation préalable. Comme les œufs étaient surgelés rapidement à très basse température (par cryogénie) et qu'ils se présentaient sous la forme de granules, Aref et Timbers ont baptisé le nouveau produit Cryogran. Des juges de dégustation n'ont pas réussi à distinguer les omelettes et les autres produits faits à partir de Cryogran ou d'œufs frais.

En 1972, Timbers participe au plus important concours agro-alimentaire du monde, la Salon des industries alimentaires et agricoles de Paris; son congélateur cryogénique remporte le prix de la technique. Le nouveau système se prête aussi bien à la congélation de nombreux autres produits alimentaires liquides comme les jus de fruits concentrés, les crèmes et les purées. Les industries chimiques qui doivent conserver par congélation des liquides hautement périssables en seront probablement les principaux utilisateurs. Le système n'a pas rapidement connu la faveur de l'industrie; ce n'est en effet qu'en 1984 que le premier congélateur commercial (500 kg/heure) a été construit et mis en exploitation à Rodney (Ontario) (6). De nombreuses autres entreprises de transformation des aliments, des levures, des bactéries et d'autres liquides

témoignent aujourd'hui d'un intérêt croissant pour le système. Selon un scientifique, les possibilités qu'il offre ne sont limitées que par notre imagination.

PRODUITS LAITIERS

Aux termes de l'alinéa 7 *b*) de la Loi concernant les stations agronomiques (cf. Annexe III), les scientifiques des stations expérimentales devaient étudier les aspects économiques de la production du beurre et du fromage. C'est ce qui explique que la Ferme expérimentale centrale ait commencé à produire et à vendre du beurre au début du siècle. En 1911, on a commencé à fabriquer du fromage à pâte molle, et en 1913, du cheddar. La même année, on achevait de construire des laiteries à Lacombe et Agassiz; des membres du personnel y ont fait l'essai de nouvelles méthodes de barattage et de fabrication du fromage et communiqué leurs observations aux laiteries locales. Le personnel de la laiterie de la Ferme expérimentale centrale a préparé et envoyé un nombre incalculable
390 de bulletins et de brochures à des cultivateurs de tous les coins du pays afin de les informer des nouvelles méthodes de transformation des produits laitiers et de les prévenir contre de nombreuses embûches.

L'une des premières importantes contributions à l'amélioration de la qualité du beurre a été faite par Bouchard (7) en 1907. Bouchard a découvert que l'eau impure utilisée à l'époque pour débarrasser le beurre de l'acide lactique qu'il contenait lui communiquait un goût désagréable. Dans les années 1930, E.G. Hood et A.H. White ont observé qu'en lavant le fromage, on lui donnait souvent une saveur suspecte causée par une infection bactérienne. Les recherches ont été poursuivies et White, Beattie et Riel (27) ont découvert, en 1956, après avoir étudié 170 échantillons de beurre produit par 29 laiteries canadiennes, que le beurre lavé et le beurre non lavé avaient le même goût s'ils avaient été faits à partir de crème fraîche et de crème sure. De plus, le lavage abaissait légèrement le rendement du barattage. On ne lave donc plus le beurre aujourd'hui, et l'accroissement de la production découlant de ces travaux de recherche permet aux fabricants de beurre de réaliser des économies de plusieurs millions de dollars par année.

Johns (32) a établi que les méthodes de production et de refroidissement mises au point pendant les années 1950 avaient presque totalement éliminé la croissance des bactéries dans le lait cru. C'est pourquoi les analyses d'échantillons frais de lait réfrigéré ne permettaient souvent pas de déceler les mauvaises pratiques laitières ou les cas d'infection latente. Il a donc mis au point une méthode d'incubation des échantillons par laquelle il donnait aux éventuelles bactéries présentes le temps de se multiplier et de devenir décelables avant la réalisation des tests.

En 1972, D.B. Emmons a repris les travaux que Johns avait fait pendant la Seconde Guerre mondiale sur le classement du lait écrémé en poudre. Dans de nombreuses laiteries, le prélèvement des échantillons et leur expédition à un laboratoire central pour fins d'analyse étaient organisés de telle façon que les résultats n'étaient connus qu'après environ quatre semaines. Emmons a conçu un système par lequel le classement officiel du lait pouvait être déterminé à partir

d'analyses faites dans des laboratoires commerciaux situés sur les lieux mêmes de production. Grâce aux méthodes d'analyse et au système de comparaisons et de contrôles de Emmons, les laiteries sont aujourd'hui en mesure d'analyser rapidement le lait en poudre qu'elles produisent, et le classement est transmis sur le champ, par téléscripteur. L'industrie économise ainsi environ 2 $ millions par an en frais de stockage et est en mesure de vendre des produits plus frais. Le système a servi de modèle aux méthodes d'inspection d'autres produits alimentaires d'Agriculture Canada.

Emmons et des collaborateurs ont également résolu un problème de culture bactérienne associé à la fabrication du cottage. Parfois, des laiteries n'arrivaient pas à obtenir un caillé à partir de lait apparemment sain auquel on avait ajouté des levains lactiques. Le lait se transformait plutôt en une espèce de boue granulaire. Après avoir longuement étudié la question, les chercheurs ont découvert (10) que certains levains lactiques comportaient des anticorps qui s'agglutinaient en grappes autour desquelles la caséine du lait floculait. La cause du problème ayant été trouvée, on a cultivé et utilisé depuis 1963 des levains qui ne provoquent pas d'agglutination et donnent le caillé voulu.

FARINE DE CANOLA

La réussite du programme canadien de culture de colza tient à la compétence des spécialistes de l'amélioration des plantes, qui ont réussi à développer des variétés adaptées aux conditions canadiennes, et à la persévérance des spécialistes de la chimie alimentaire dans leur étude du colza et de ses produits. L'huile de canola est utilisée en alimentation humaine, et son tourteau constitue un supplément riche en protéines pour le bétail. La rentabilité de la culture du canola est liée à la production d'huile et de tourteau commercialisables.

À l'état brut, la farine obtenue à partir des anciennes variétés de colza contient des substances goitrigènes (des glucosinolates) qui doivent être éliminées ou inactivées avant que la farine puisse servir dans l'alimentation animale. Les rats auxquels on a donné de la farine de colza brute ont presque cessé de se développer, et le volume de leur glande thyroïde a quadruplé ou quintuplé. Une fois détoxiquée, la farine de la nouvelle variété de colza—le canola—servie à des animaux donne un taux de croissance identique à celui de la caséine (la protéine type). La farine de canola étant riche en cellulose, on ne peut pas l'utiliser en alimentation humaine. De plus, la présence de particules de tégument génère une farine de couleur peu attrayante et que seuls les bovins peuvent digérer. Troisième problème, le zinc de la farine de canola n'est pas assimilable. Les rats n'ayant reçu que de la farine comme supplément protéique ont perdu l'appétit, et leur poids a rapidement chuté; le nombre des petits vivants à la naissance et le poids des petits ont diminué. Des recherches poussées ont montré que le zinc contenu dans la farine formait un complexe avec des phytates. On a facilement remédié à la situation en ajoutant du zinc à l'eau servie aux rats. Côté positif, la farine de canola est plus riche en acides aminés, constituants fondamentaux des protéines, que toute autre farine de graines oléagineuses.

En 1978, J.D. Jones et I.R. Sibbald de l'Institut de recherches sur les aliments et du Centre de recherches zootechniques ont appliqué diverses méthodes à la mouture des graines de canola dans le but d'obtenir une farine qui convienne à l'alimentation humaine et animale (15). Ils ont constaté que, après enlèvement des cosses, riches en cellulose, mais de faible valeur énergétique, ils obtenaient un produit de meilleur apport énergétique que la farine de soja. Vers la même époque, Jones (14) mettait au point une méthode d'extraction des protéines du canola et obtenait un aliment convenant aussi bien aux humains qu'aux animaux. Avec d'autres, il a fait breveter le procédé au Canada et aux États-Unis. Au lieu de broyer les graines, de les porter à une température pouvant atteindre 130 °C, de les pressurer pour en extraire une partie de l'huile et de dissoudre le reste de l'huile à l'hexane comme cela se faisait à l'époque, Jones les a écossées et a abaissé leur degré d'humidité avant d'en extraire directement l'huile à l'hexane. La farine obtenue était ensuite détoxiquée de la façon prévue dans le brevet. La méthode offre de nombreux avantages, l'huile obtenue ne contenant pas de gommes. De plus comme les graines ont été écossées, la farine convient à l'alimentation humaine et peut remplacer ou compléter d'autres sources de protéines. La nouvelle farine, enfin, constitue un précieux supplément dans l'alimentation du bétail. Pour l'instant, aucune huilerie canadienne n'utilise le procédé. Des entreprises européennes s'y intéressent cependant beaucoup.

Les laboratoires de recherches sur les fruits, les légumes, les produits laitiers et la viande des six stations de recherches ont particulièrement bien réussi à gagner la confiance des entreprises locales de transformation. Ce faisant, ils ont été en mesure de les aider au mieux de leurs capacités. Comme cette forme de collaboration ne supposait que l'interprétation et l'application de techniques connues, nous ne l'avons qu'effleurée dans les pages qui précèdent.

Nous aurions pu nous étendre sur de nombreux autres aspects pratiques des recherches sur les aliments; qualité du beurre et du fromage, sous-produits du lait et levains lactiques, mouture de l'avoine, restructuration des viandes, propriétés des protéines, biochimie des muscles, application de l'extrusion dans la cuisson des aliments, chimie des sucres, concentration de l'arôme des fruits frais, amélioration des repas d'hôpitaux. La plupart de ces travaux ont eu des applications commerciales immédiates et ont profité aux cultivateurs canadiens, soit en aidant les transformateurs à étendre leur gamme de produits ou à améliorer leur efficience, soit en donnant à l'industrie la possibilité d'offrir un meilleur prix pour ses matières premières.

À certaines époques de son histoire, la Direction générale de la recherche avait comme politique d'arrêter ses recherches au niveau du producteur. Aujourd'hui, les choses ont changé. Les scientifiques de la Direction générale jouent un rôle de plus en plus actif dans le système alimentaire canadien, système qui n'englobe pas uniquement les producteurs et les transformateurs, mais également les distributeurs et les détaillants. En effet, dans la mesure où les cultivateurs canadiens produisent des aliments de grande qualité, les consommateurs canadiens doivent avoir la possibilité d'acheter des aliments de grande

qualité, des aliments qui ont été bien conservés, bien transformés et bien conditionnés.

Bibliographie

1. Aref, M.M.; Timbers, G.E., 1975. Frozen food substance from egg; its production and apparatus therefore. Brevet can. nº 964921.
2. Asselbergs, E.A.; Saidak, P.; Hamilton, H., 1961. Studies on processed potato products. Can. Food Ind. 32:30-33.
3. Atkinson, F.E., 1954. Food technology achievements at Summerland, B.C. Agric. Inst. Rev. 9(4):37-40.
4. Atkinson, F.E.; Strachan, C.C., 1950. Small canneries. Min. de l'Agric. du Dom. du Can., publ. 828, 83 p.
5. Atkinson, F.E.; Bowen, F.J.; MacGregor, D.R., 1959. A rapid method for production of a sparkling appel wine. Food Technol. 13:673-675.
6. Barratt, Bob, 1984. "Cryogran" freezes lilquid foods in pellet form. Food Can. 44(7):25-27.
7. Bouchard, J.G., 1907. Sweet-cream butter. Part II. Direction for the manufacture of butter from sweet or unripened cream. Bul. 13 du min. de l'Agric. du Can. Série sur les produits laitiers et l'entreposage frigorifique, 15 p.
8. Bowen, J.F.; MacGregor, D.R.; Fisher, D.V., 1972. Wine grape varieties for British Columbia. Journal de l'Inst. can. des sc. et tech. alim. 5:44-49.
9. Elson, C.M.; Lidster, P.D.; Hayes, E.R., 1985. Development of the differentially permeable fruit coating and *Nutri Save* for the modified atmosphere storage of apples. *In* Compte rendu de la quatrième conférence sur la rech. sur les atm. contrôlées, Raleigh (Caroline du Nord) (en cours d'impression).
10. Emmons, D.B.; Elliot, J.A.; Beckett, D.C., 1963. Agglutination of starter bacteria, sludge formation, and slow acid development in cottage cheese manufacture. J. Dairy Sci. 46:600.
11. Fuleki, Tibor, 1965. Fermentation studies on blueberry wine. Food Technol. 19:105-108.
12. Heeney, H.B.; Rutherford, W.M.; MacQueen, K.F., 1964. Some effects of gamma radiation on the storage life of fresh strawberries. Can. J. Plant Sci. 44:188-193.
13. Johns, C.K., 1959. Application and limitations of quality tests for milk and milk products. J. Dairy Sci. 42:1625-1650.
14. Jones, J.D., 1979. Rapeseed protein concentrate preparation and evaluation. J. Am. Oil chem. Soc. 56:716-721.
15. Jones, J.D. et I.R. Sibbald, 1979. The true metabolizable energy values for poultry of fractions of rapeseed (*Brassica napus* cv. Tower). Poult. Sci. 58.385-391.
16. Kitson, J.A., 1961. Continuous vacuum unit simplifies apple process. Food Eng. 33(9):94-95.
17. Kitson, John A.; MacGregor, Dugal R.; Wood, Darrell F., 1971. Continuous atmospheric roll cooker. Brevet can. nº 883762.
18. Lidster, P.D.; Lightfoot, H.J.; McRae, K.B., 1983. Fruit quality in respiration of 'McIntosh' apples in response to ethylene, very low oxygen, and carbon dioxide storage atmospheres. Scientia Hortic. 20:71-83.
19. Nuttall, V.W.; Lyall, L.H.; McQueen, K.F., 1961. Some effects of gamma radiation on stored onions. Can. J. Plant Sci. 41:805-813.
20. Porritt, S.W., 1963. Progress of C.A. storage in British Columbia. Wash. State Hortic. Assoc. Proc. 59:152-154.

21. Porritt, S.W.; Lidster, P.D.; Meheriuk, M., 1975. Postharvest factors associated with the occurence of breakdown in Spartan apple. Can. J. Plant Sci. 55:743-747.
22. Strachan, C.C., 1942. Factors influencing ascorbic acid retention in apple juice. Min. de l'Agric. du Dom. du Can., publ. 732, 31 p.
23. Strachan, C.C.; Moyles, A.W.; Atkinson, F.E.; Britton, Dorothy, 1960. Commercial canning of fruit pie fillings. Min. de l'Agric. du Can., publ. 1062, 24 p.
24. Timbers, G.E., 1974. Frozen particulate liquid products. Journal de l'Inst. can. des sc. et tech. alim. 7:68-71.
25. Voisey, Peter W., 1971. The Ottawa texture measuring system. Journal de l'Inst. can. des sc. et tech. alim. 4:91-103.
26. Watters, F.L. et K.F. MacQueen, 1967. Effectiveness of gamma irradiation for control of five species of stored-product insects. J. Stored Prod. Res. 3:223-234.
27. White, A.H.; Beattie, D.M.; Riel, R.R., 1956. Washed and nonwashed butter. I. Flavor quality and curd content. J. Dairy Technol. 39:261-267.
28. Wood, D.F., 1967. Anathocyanin and juice yields from frozen cranberries. Rapp. tech. de la Station de recherches d'Agric. can. de Kentville (N.-É.) 11 p.

PARTIE III
ACTIVITÉS EXTRAMURALES

Direction générale de la recherche
Agriculture Canada
1886–1986

Chapitre 21
Coopération

Pour conclure cette réflexion sur la vie de la Direction générale de la recherche du ministère de l'Agriculture, il nous faut rendre témoignage à ceux dont la contribution s'est faite à l'extérieur de leur cadre habituel de travail. C'est dans cette intention que les quelques exemples présentés dans ce chapitre ont été donnés.

ENGAGEMENT COMMUNAUTAIRE

Quatre des cinq premières fermes expérimentales ont été établies dans de petites collectivités. Rapidement, elles sont devenues le principal employeur de l'endroit, et certaines le demeurent. Les fermes expérimentales ont également attiré à leur service des personnes de l'extérieur; celles-ci possédaient des connaissances et des aptitudes qui dépassaient les attentes. Elles sont donc devenues des chefs de file dans de nombreuses actions sociales et commerciales. Les stations expérimentales créées par la suite ont presque toutes été établies à proximité de petites municipalités rurales, et leur influence sur le milieu s'est accrue.

Dans les situations de catastrophe—inondations, incendies—les employés de la Direction générale se sont révélés de véritables meneurs. En 1948, quand les eaux du cours inférieur de la rivière Fraser ont débordé et inondé la vallée, W.H. Hicks, régisseur de la Ferme expérimentale d'Agassiz, a été nommé coordonnateur des opérations de secours du secteur Agassiz-Harrison de la vallée par le gouvernement de la Colombie-Britannique. Hicks s'est tout d'abord inquiété de la sécurité de la population. S'étant assuré qu'aucune vie humaine n'était menacée, il a fait mener le bétail vers les terres hautes et pris les mesures nécessaires à son alimentation. La tâche n'a pas été facile, car les communications par rail et par route avaient été coupées. Hicks a affecté le personnel et le matériel disponibles de la ferme à des fonctions communautaires. Les événements de 1948 ont incité les autorités de la ferme expérimentale (devenue depuis station de recherches) à tenir leurs mesures d'urgence à jour. Périodiquement, on réétudie les plans d'action afin de voir si la station serait prête à faire face à un désastre naturel ou chimique, par exemple.

En 1973, les eaux de la rivière Saint-Jean ont débordé et provoqué une inondation semblable à celle de la rivière Fraser en 1948. G.M. Weaver, régisseur de la Station de recherches de Fredericton, en étroite collaboration avec le sous-ministre de l'Agriculture du Nouveau-Brunswick et le personnel du ministère de la Défense nationale de Gagetown, a fait transporter le bétail des régions inondées vers la station. Là, les animaux ont été nourris et soignés par le personnel jusqu'à ce que le niveau de l'eau ait diminué et que les terres inondées puissent être occupées à nouveau.

Le milieu agricole a bien rendu cet esprit de collaboration. En 1959, par exemple, après l'incendie qui a détruit l'étable du centre laitier de la Station de recherches de Lethbridge (Alberta), les agriculteurs des alentours sont arrivés à la rescousse, offrant locaux de stabulation et trayeuses.

Les foires agricoles ont également offert des occasions de collaboration entre le milieu agricole et le personnel des fermes expérimentales. Souvent, les régisseurs eux-mêmes ont joint leurs efforts à ceux du personnel et agi comme membre du conseil d'administration d'une foire locale. En 1888, par exemple, James Fletcher, chef de la Division de l'entomologie et de la botanique, est devenu le premier représentant d'une ferme expérimentale à compter parmi les membres de l'Association de l'Exposition du Canada central d'Ottawa. D'autres employés des fermes expérimentales et de la Direction générale de la recherche lui ont succédé; signalons notamment W. Saunders, J.H. Grisdale, E.S. Archibald, E.S. Hopkins, C.H. Goulden, J.C. Woodward, T.H. Anstey et J.J. Cartier. Plusieurs d'entre eux ont en outre assuré la présidence ou agi comme membres du conseil d'administration de la foire d'Ottawa.

En janvier 1892, Saunders a été nommé commissaire-délégué pour assister dans la formulation des plans de participation du Canada à l'Exposition internationale de Chicago de 1893. La présentation faite par le Canada au pavillon de l'agriculture est jugée la plus intéressante de toutes. Au printemps de 1893, des semis spéciaux de céréales et de légumes sont faits dans les fermes expérimentales; on pourra ainsi offrir aux visiteurs de beaux échantillons pendant toute la durée de l'exposition. C'est à Chicago que le célèbre fromage géant de Perth (Ontario) est présenté. Lors de l'Exposition universelle de Paris de 1900 (cf. chapitre 3), les fermes expérimentales envoient outre-mer 1 200 bocaux de fruits en conserve et alimentent sans interruption le kiosque canadien en fruits et légumes frais pour témoigner des possibilités des terres et des producteurs du Canada.

Le personnel des fermes expérimentales s'intéresse aux travaux des associations d'éleveurs ou de producteurs et des sociétés agricoles proches des producteurs. Son aide peut prendre diverses formes : consultation technique, participation aux travaux de comités de direction, organisation de réunions dans les locaux du Ministère, services de soutien. Parmi les sociétés qui ont profité de ces services, signalons l'Association canadienne des producteurs de semences, les Producteurs de bovins du Canada, la *Nova Scotia Fruit Growers' Association*, les cercles 4-H et les sociétés d'amélioration des pratiques agricoles (cf. chapitre 13).

Les hommes et les femmes au service des fermes expérimentales, du Services des sciences et de la Direction générale de la recherche ont été les dévoués collaborateurs de nombreux clubs locaux, nationaux et internationaux. Par la qualité de leur sens civique, et en étendant à la collectivité l'esprit de corps de leur milieu de travail, ils ont amené un grand nombre de jeunes et d'adultes «du milieu» à devenir des chefs de file. Certains ont accepté de servir comme maires et conseillers municipaux, membres de conseils d'administration d'écoles, d'universités et d'hôpitaux, ou organisateurs d'activités civiques,

religieuses ou charitables. D'autres, enfin, ont quitté leur emploi ou pris leur retraite pour se lancer en politique provinciale ou fédérale.

COOPÉRATION FÉDÉRALE-PROVINCIALE

Coopération avec les ministères provinciaux de l'Agriculture

La Conférence canadienne sur l'enseignement agricole organisée par le ministère de l'Agriculture du Canada a réuni, les 24 et 25 mars 1914, des représentants des ministères provinciaux de l'Agriculture. Parmi eux figuraient cinq ministres et huit sous-ministres provinciaux de l'Agriculture ainsi que dix-neuf représentants de ministères de l'Instruction publique. Convoquée par l'honorable Martin Burrell, ministre fédéral de l'Agriculture, la conférence devait servir de forum d'échanges et d'analyse des plans prévus par la Loi d'instruction agricole de 1913. Elle a été un jalon historique dans l'union des efforts des ministères de l'Agriculture des deux paliers. En 1922, le programme avait pris forme. Il servait à financer le développement des connaissances techniques des professeurs d'agriculture, à aider les provinces à organiser des services de vulgarisation agricole, à encourager l'enseignement des matières agricoles dans les écoles secondaires, à aider les clubs de jeunes garçons et de jeunes filles (devenus depuis les cercles 4-H) et à offrir des prix en argent à l'occasion des foires agricoles.

En 1932, le Conseil national de recherches du Canada (CNRC) formait le Comité conjoint de la recherche agricole. Le Comité comprenait les doyens des facultés d'agriculture, un représentant de la *Canadian Society of Technical Agriculturists* (aujourd'hui l'Institut agricole du Canada) ainsi que des représentants du ministère fédéral de l'Agriculture et du CNRC. Le Comité devait conseiller des organismes engagés dans la recherche agricole sur la façon de résoudre scientifiquement leurs problèmes.

Le Comité conjoint du CNRC a été dissous en 1935, lors de la formation, par le ministère de l'Agriculture, du Comité consultatif national des services agricoles (CCNSA), que présidait le sous-ministre G.S.H. Barton. Même si sa structure et son appellation ont changé, le Comité existe toujours. Les dossiers à son sujet sont incomplets; il semble toutefois que, en 1960, à l'époque où le Comité était présidé par le sous-ministre J.G. Taggart, on en a fusionné les douze composantes en trois et on l'a rebaptisé Comité national de coordination des services agricoles (CNCSA). Vers la même époque, les provinces se sont donné une série parallèle de comités techniques chargés d'étudier les problèmes qui leur étaient propres. En 1965, le Comité, que présidait alors S.C. Barry, a reçu le nom qu'il porte encore aujourd'hui Comité de coordination des services agricoles du Canada (CCSAC).

Le CCSAC est principalement tourné vers la recherche. Il comprend trois groupes de comités : des comités de coordination des services agricoles provinciaux, que président les sous-ministres provinciaux compétents (les provinces de l'Atlantique se sont réunies en un seul comité), six comités d'experts (génie, productions animales, productions végétales, alimentation, terres et socio-

économie), la section des services généraux, formée de sous-ministres, qui fixe l'orientation du Comité, et le Conseil des recherches agricoles du Canada (CRAC). Statistique Canada, le Conseil national de recherches du Canada et l'Institut agricole du Canada sont également membres du CCSAC. À l'occasion, des représentants des ministères de la Santé et du Bien-être, de l'Industrie et du Commerce ou de la Consommation et des Corporations assistent, à titre d'observateurs, aux réunions du comité. La Direction générale de la recherche assure le secrétariat du CCSAC et du CRAC; elle finance également les dépenses d'exploitation du CRAC.

Pendant les années 1930 et après la Seconde Guerre mondiale (la première réunion du CCNSA qui a suivi la fin des hostilités a été tenue en 1946), le comité s'occupait principalement de questions comme la pédologie et la conservation des sols, la production de colza et de graines de tournesol, la répression des mauvaises herbes, le classification des bovins de boucherie, l'insémination artificielle et la stérilité des vaches laitières. Au fil des ans, de nouveaux sujets d'étude ont été portés à l'attention du CCSAC : plans de bâtiments agricoles (cf. chapitre 19), oligo-éléments des plantes et des animaux, épreuves d'aptitude des bovins de boucherie et des porcs, résidus d'insecticides et de fongicides. Les réunions du comité ont été présidées par les sous-ministres fédéraux de l'Agriculture (cf. Annexe II). Au début, les réunions étaient tenues à l'automne, immédiatement avant la Conférence fédérale-provinciale sur l'agriculture (l'actuelle Conférence sur les perspectives agricoles); on y examinait tous les ans les perspectives de l'année à venir de chaque groupe de produits agricoles. Le CCSAC s'en trouvait toutefois détourné de sa vocation première. De plus, les membres du comité constataient souvent que les fonds de recherche et d'administration de l'exercice suivant avaient déjà été attribués, ce qui enlevait la possibilité aux administrateurs de donner suite aux recommandations du CCSAC. En 1959, il a été décidé que le comité se réunirait au printemps; cette difficulté se trouvait donc surmontée.

Wasik (6) a comparé le CCSAC au «sommet d'une pyramide de comités représentant la quasi totalité des institutions du secteur agro-alimentaire du Canada». Selon ses estimations, 2 500 personnes d'un bout à l'autre du Canada forment la pyramide. Le CCSAC a joué un rôle de premier plan dans le développement du système agro-alimentaire canadien.

La Section de la recherche du CCSAC a été créée par le sous-ministre Barry en 1965, l'année de la formation du comité; elle était composée des doyens des facultés d'agriculture et de quelques autres. En 1974, le sous-ministre S.B. Williams, à l'instigation de B.B. Migicovsky, directeur général de la Direction de la recherche et de C.M. Switzer, doyen de la faculté d'agriculture de l'Université de Guelph ainsi que de D.G. Howell, doyen du collège vétérinaire de l'Ontario, également de l'Université de Guelph, a fait du Conseil de recherches agricoles du Canada un organisme distinct du CCSAC. L'une des premières tâches du CRAC a consisté à répertorier les travaux de recherche agricole en cours au Canada. L'inventaire, qui est mis à jour tous les ans, fournit un classement des travaux de recherche agricole menés par les universités, les provinces, le fédéral

et le secteur privé. Scientifiques et gestionnaires l'utilisent pour éviter les doubles emplois dans la planification de nouveaux programmes. En 1977, le répertoire faisait état de 3 700 projets de recherche et 1 760 scientifiques engagés à plein temps dans la recherche agricole au Canada. En 1984, il y avait 4 200 projets et 2 350 chercheurs. Depuis 1974, le CRAC a en outre fait des études spéciales sur l'énergie, les terres, le tourteau de colza, les pertes imputables aux mauvaises herbes, le génie agricole, l'application de la biotechnologie à l'agriculture, les productions animales, le développement rural et le secteur de l'horticulture. Il s'est également penché sur l'utilité d'éventuelles recherches en agriculture.

Les spécialistes provinciaux et fédéraux de l'agriculture qui travaillent sur le terrain entretiennent des rapports étroits, souvent informels, les uns avec les autres. Les directeurs et les scientifiques de la Direction générale de la recherche ont toujours été sensibles à la nécessité de mettre le plus rapidement possible les résultats de leurs recherches à la disposition des agriculteurs. C'est ce qui explique que, dans les premières années, on ait accordé autant d'importance à la vulgarisation qu'à la recherche proprement dite. Les choses sont demeurées ainsi jusqu'à ce que les provinces se dotent chacune d'un service de vulgarisation. Les chercheurs des fermes expérimentales, de la Direction générale de l'entomologie et du Service des sciences ont alors répondu avec empressement aux demandes de renseignements des agronomes des districts provinciaux (appelés agents de comté dans certaines provinces), afin de les aider dans l'organisation de journées agricoles, en été, et de courtes sessions d'information en hiver.

C'est dans les Maritimes qu'on a commencé à offrir les locaux des stations expérimentales à des agents des services de vulgarisation provinciaux. La Station de recherches de Fredericton et le ministère de l'Agriculture du Nouveau-Brunswick partagent en effet un immeuble construit sur un terrain du fédéral. Des ententes analogues sont aujourd'hui en vigueur dans la plupart des stations de recherches fédérales. La situation inverse s'observe dans un cas, à Vineland (Ontario), où le laboratoire de la Direction générale de la recherche occupe des locaux de la station de recherches horticoles de la province. Les avantages de ces ententes sont nombreux : les chercheurs sont rapidement éveillés aux nouveaux problèmes des agriculteurs, le résultat de leurs recherches est directement communiqué aux services de vulgarisation des provinces et les producteurs qui souhaitent obtenir des renseignements n'ont qu'un endroit où s'adresser, que ce soit en personne, par téléphone ou par lettre.

Coopération avec les ministères provinciaux des Forêts

Les ententes avec les ministères provinciaux des Forêts analogues à celles que le Ministère a passées avec les services de vulgarisation portaient, en particulier, sur la communication d'information sur les insectes déprédateurs des forêts. En 1940, plus de 2 000 observateurs des services forestiers des provinces et des industries forestières de tous les coins du pays communiquaient

régulièrement leurs observations au Ministère dans le cadre de son enquête sur les insectes. De 1940 à 1960, année où les entomologistes forestiers sont passés au service du ministère des Forêts, les résultats de l'enquête ont été publiés par le Service des sciences du Ministère. Le Nouveau-Brunswick, le Québec et l'Ontario ont appuyé les efforts du Service des sciences et de la Direction générale de la recherche en affectant des laboratoires et du personnel à des travaux de recherche.

L'Association canadienne des pâtes et papiers a donné des bourses en entomologie forestière, et l'Association canadienne de l'industrie du bois a cherché à développer les contacts entre le secteur public et l'industrie du bois de construction.

Coopération avec les facultés d'agriculture des universités provinciales

404 Les relations entre la Direction générale de la recherche et les facultés d'agriculture ont toujours été bonnes. Nombre de spécialistes de la Direction générale de la recherche et des services qui l'ont précédée sont des diplômés d'universités canadiennes; il n'est donc pas étonnant que le Ministère et l'université aient noué des liens étroits. De plus, K.W. Neatby a toujours appuyé avec vigueur l'idée d'établir des laboratoires du Service des sciences sur les campus universitaires canadiens disposant d'une faculté d'agriculture. Aujourd'hui, le Ministère possède des stations de recherches sur le campus de cinq universités : Laval, Western Ontario, Manitoba, Saskatchewan et Colombie-Britannique. Dans certains cas, le personnel des stations de recherches donne des cours de premier cycle, et les étudiants font leurs travaux de laboratoire à la station.

La Division de l'horticulture, en particulier, a cherché à établir des rapports soutenus avec les départements d'horticulture des universités de Guelph (l'ancien Collège d'agriculture de l'Ontario), du Manitoba, de la Saskatchewan, de l'Alberta et de la Colombie-Britannique. M.B. Davis, horticulteur en chef du Dominion, a affecté un horticulteur à chacune de ces universités. Celui-ci devait travailler en étroite collaboration avec le département dans la réalisation d'études variétales de fruits et de légumes. Un horticulteur a également été affecté à la station horticole provinciale de Vineland (Ontario). La réduction des effectifs de la fonction publique fédérale entreprise vers 1960 a mis fin à cette collaboration.

LE CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHES DU CANADA

Le rôle joué par l'honorable Richard W. Motherwell et l'honorable Robert Weir, ministres de l'Agriculture de 1929 à 1939, dans la création du Conseil national de recherches du Canada (CNRC) a été souligné dans le chapitre 5. Pendant la Seconde Guerre mondiale, la pénurie de ressources a amené le CNRC, les fermes expérimentales et le Service des sciences à collaborer à la réalisation de nombreux programmes.

En 1948, le Laboratoire régional des Prairies (LRP) du CNRC était officiellement ouvert sur le campus de l'Université de la Saskatchewan. Comme centre de recherche, le LRP existait déjà depuis plusieurs années (3), ayant occupé les laboratoires de l'université avant de disposer des siens. Gridgeman (4) a décrit le soutien accordé à la création du LRP par l'honorable James Gardiner, ministre de l'Agriculture. Les premiers travaux des scientifiques du nouveau laboratoire ont porté sur le colza et ont été réalisés en collaboration avec le Laboratoire des plantes fourragères (cf. chapitre 17). Ensemble, ils ont contribué à donner à la culture du colza sa valeur économique actuelle et ils ont travaillé au développement d'un carton rigide produit à partir de la paille de blé. Aujourd'hui encore, les scientifiques du LRP et de la station de recherches continuent de collaborer et de se livrer une concurrence amicale, au bénéfice des deux organismes.

LES BUREAUX AGRICOLES DU COMMONWEALTH

En 1908 (5), le ministère britannique des Colonies est saisi du problème des insectes qui s'attaquent aux humains, aux cultures et au bétail de la côte occidentale d'Afrique. Le ministère entre en contact avec des entomologistes des colonies africaines. Pour trouver une solution au problème, les gouvernements du Royaume-Uni et des colonies africaines participent financièrement à la création du Comité de recherches entomologiques (Afrique tropicale) en 1910. Le Comité demande aux entomologistes africains d'envoyer des spécimens d'insectes aux soins de Sir Guy Marshall, secrétaire du Museum d'histoire naturelle de Londres, pour fins d'identification. Celui-ci, à son tour, publie le *Bulletin of Entomological Research* afin de communiquer des renseignements ponctuels et précis aux entomologistes travaillant sur le terrain. C'est ainsi que sont nés les Bureaux agricoles du Commonwealth (BAC), organisme formé de dix bureaux et quatre instituts (1) offrant un service international d'identification et d'information.

En 1911, C. Gordon Hewitt, entomologiste en chef du Dominion du Canada, appuie vigoureusement, lors de la Conférence de l'Empire, une proposition d'extension des services du Comité de recherches entomologiques. En 1912, les principaux pays membres du Commonwealth conviennent de créer le Bureau impérial d'entomologie, officiellement inauguré en 1913. Son financement est assuré par le Royaume-Uni, le Canada, l'Australie, la Nouvelle-Zélande et l'Inde; il l'est d'ailleurs toujours.

Lors de la Conférence de guerre de l'Empire (1918), on établit le Bureau de mycologie dont le siège est établi à Kew Gardens (Royaume-Uni). Comme le Bureau impérial d'entomologie, le Bureau de mycologie est financé conjointement par les pays membres du Commonwealth.

La Conférence sur la recherche agricole de l'Empire se tient à Londres en 1927. Les délégués de plusieurs pays membres du Commonwealth reconnaissent la valeur des services du Bureau d'entomologie et du Bureau de mycologie et réclament la création de centres analogues d'échange de renseignements sur la pédologie, la santé, l'alimentation et la génétique animales, les prairies et les

fourrages, l'horticulture et la parasitologie. L'idée est acceptée par les gouvernements des pays membres et, le 1er avril 1929, le conseil de direction des BAC tient sa première réunion. Chacun des pays membres y participe. Dès le départ, le Canada appuie les BAC sans réserve et les finance par l'intermédiaire du Service des sciences et, plus tard, de la Direction générale de la recherche. Ont représenté le Canada au sein du conseil de direction des BAC, H.L. Trueman du Service des sciences, puis G.M. Carman, R.M. Prentice et R. Trottier, de la Direction générale de la recherche.

Sur le plan de la recherche proprement dite, des scientifiques du monde universitaire, des provinces et du fédéral jouent un rôle actif dans l'appui que donne le Canada aux BAC. Les scientifiques canadiens (2) se sont tout particulièrement intéressés à la lutte biologique contre les insectes et les mauvaises herbes. D'ailleurs, l'Institut de lutte biologique du Commonwealth, filiale de l'Institut d'entomologie du Commonwealth créé par Sir Guy Marshall, a été déménagé pendant la Seconde Guerre mondiale d'Angleterre au Laboratoire d'étude des parasites de Belleville (Ontario), où il est demeuré sous la direction de W.R. Thompson. Le laboratoire a été transféré à Ottawa en 1948. Depuis 1962, il occupe ses locaux permanents à Trinidad.

ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES

La participation de E.J. LeRoux au travail de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) a commencé à Washington (D.C.), à l'automne de 1980. LeRoux participait à une rencontre tripartite des directeurs de la recherche agricole des États-Unis, de Grande-Bretagne et du Canada quand le sous-ministre Lussier lui a demandé par téléphone s'il acceptait de poser sa candidature à la présidence du Comité de l'agriculture de l'OCDE, dont le siège se trouve à Paris. LeRoux a accepté.

Depuis des années, la Direction générale de la recherche était représentée au sein des sous-comités des directeurs de la recherche agricole et des politiques agricoles du Comité de l'agriculture de l'OCDE. LeRoux a cependant été la première personne de la Direction générale à être associée aux travaux du comité principal. LeRoux, qui parle couramment l'anglais et le français et qui est Canadien, était habitué à présider des réunions mettant en présence des défenseurs acharnés de points de vue divergents. Sa candidature a été appuyée par son ministre, l'honorable Eugene Whelan, son sous-ministre, Gaétan Lussier, et le ministère des Affaires extérieures. Il a également reçu l'appui des pays membres non européens—les États-Unis, l'Australie, la Nouvelle-Zélande et le Japon.

Le ministère des Affaires extérieures a donné à LeRoux des instructions dans quatre grands domaines. On lui a demandé de réorienter les programmes agricoles de manière à les axer moins sur les études théoriques que sur les besoins les plus pressants des pays membres, de terminer l'étude sur l'adaptation des politiques et de la présenter au Conseil de l'OCDE, de terminer l'étude

de l'économie des pays à pouvoir centralisé et de faire une étude de l'agriculture des pays en développement. Le défi était de taille pour un président qui n'avait jamais auparavant été associé activement aux travaux de l'OCDE.

L'article qui ouvrait l'ordre du jour de la première réunion à laquelle participait LeRoux, en mai 1978, était l'élection d'un nouveau président. Le délégué du Danemark a déposé une motion, qui a été secondée par le délégué d'Espagne, voulant que E.J. LeRoux du Canada soit nommé président. L'adoption de la motion à l'unanimité des voix témoignait bien de la haute estime qu'avaient les vingt-trois pays participants pour le Canada. M. DeBouverie, de Belgique, a été réélu vice-président. LeRoux a établi des contacts étroits avec l'ambassadeur canadien auprès de l'OCDE, Son Excellence Ronald Stuart MacLean, et avec Albert Simantov, secrétaire-directeur du Comité de l'agriculture, et son personnel. LeRoux s'était fixé l'objectif de remplir ses nouvelles fonctions de manière à bien faire sentir la présence du Canada sur la scène mondiale et de remplir le mandat qui lui avait été confié par le ministère canadien des Affaires extérieures. Il s'est gagné le respect des délégués des autres pays en dirigeant les réunions du Comité avec sérieux, tact et efficacité. De l'avis de plusieurs délégués, les travaux en comité sous sa présidence étaient chargés, mais jamais ennuyeux, conformes aux désirs des ministres, et stimulants, dans la mesure où ils visaient à donner des résultats concrets. Les délégués des États-Unis se sont réjouis de voir que l'Amérique du Nord avait assuré la présidence avec autant d'efficacité.

En trois ans, LeRoux a présidé neuf réunions et participé à deux autres, l'une regroupant des sous-ministres de l'Agriculture et l'autre, des ministres de l'Agriculture. Il avait pris les dispositions nécessaires pour que l'honorable John Wise, ministre canadien de l'Agriculture, préside la réunion des ministres en mars 1980. Avant que la réunion n'ait lieu, toutefois, le gouvernement conservateur a été défait, et c'est le ministre de l'Agriculture d'Espagne, Jaime Lamo de Espinosa qui a fait office de président.

L'une des principales réalisations de LeRoux a consisté à diriger l'étude sur les politiques d'adaptation positive (PAP) lors des diverses réunions du Comité et de la faire accepter par le Conseil de l'OCDE. La tâche n'a pas été facile; le représentant de la Communauté économique européenne (CEE) et des intervenants de France et de Belgique ayant sans cesse mis en doute la valeur de l'étude. LeRoux a donc dû faire preuve d'habileté pour négocier l'entente entre les pays qui s'y opposaient et les autres pays membres du Comité. Il a réorganisé les groupes de travail de manière à les rendre plus petits et plus efficaces. Il a participé, tant à Paris qu'à Ottawa, à l'établissement des priorités du Conseil mondial de l'alimentation, qui s'est réuni à Ottawa en septembre 1979; l'honorable Eugene Whelan en est devenu le président en 1983. LeRoux a dirigé une étude préparatoire à l'établissement de l'ordre du jour de la Conférence mondiale sur la réforme agraire et le développement rural. Par-dessus tout, il a encouragé les directeurs du Comité de la recherche à participer activement à l'organisation de travaux de recherche communs dans quatre domaines de la production alimentaire. Sous sa présidence, le *Prairie Agricultural Machinery*

Institute de Humboldt (Saskatchewan) est devenu une station officielle d'essai de machines agricoles de l'OCDE. Les manufacturiers canadiens peuvent y faire approuver leurs tracteurs agricoles par l'OCDE sans avoir à envoyer de prototypes en Europe. Les tracteurs canadiens peuvent dont être mis plus facilement en marché dans la CEE.

LeRoux a recommandé que le délégué canadien aux réunions de Paris de l'OCDE vienne à l'avenir d'Agriculture Canada et qu'il soit appuyé par les autres ministères fédéraux, et non l'inverse. Il a amélioré les communications relatives aux activités de l'OCDE au sein d'Agriculture Canada, entre son ministère et les autres ministères ayant un intérêt pour les questions agricoles traitées par l'OCDE, et entre les gouvernements provinciaux et l'État canadien; ce faisant, il a aidé les représentants canadiens à parler au nom de tous. LeRoux a enfin recommandé avec insistance que les responsables du personnel canadien en poste à l'OCDE recrutent une personne compétente en agriculture.

Par l'intermédiaire de LeRoux, la Direction générale de la recherche a rehaussé l'image du Canada tout en contribuant au développement du Comité de l'agriculture de l'OCDE.

COOPÉRATION INTERNATIONALE

Coopération avec des pays industrialisés

La science, la recherche en particulier, n'a pas de frontières. Exception faite des sujets relatifs à la défense nationale, les résultats des recherches scientifiques sont habituellement communiqués à la communauté internationale par le biais des revues scientifiques. Parallèlement, les scientifiques ont des réseaux à eux à l'intérieur desquels ils font circuler des renseignements avant leur publication officielle. Souvent, ils travaillent dans les laboratoires les uns des autres pour faciliter l'échange des renseignements.

Certains pays industrialisés ont pris conscience de la nécessité de structurer ce système d'échanges officieux, mais efficace. C'est pourquoi la Direction générale de la recherche a négocié, depuis 1970, avec l'aides des Affaires extérieures, des ententes de mise en commun de renseignements techniques et d'échanges de scientifiques avec la Belgique, le Brésil, Cuba, la Tchécoslovaquie, la France, l'Allemagne, la Hongrie, Israël, le Japon, la Pologne, la Roumanie, l'URSS et la Yougoslavie. À l'heure actuelle, nombre de scientifiques participent à des échanges dans plusieurs pays. Souvent, l'une et l'autre des parties en profitent.

B.B. Migicovsky, sous-ministre adjoint (Recherche) entretenait des rapports étroits avec T.W. Edminster, administrateur en chef de la Recherche agricole du département de l'Agriculture des États-Unis. La Direction générale de la recherche avait déjà des contacts fréquents avec le directeur des Affaires scientifiques du ministère britannique de l'Agriculture, des Pêches et de l'Alimentation. Comme chacun ne disposait que d'un personnel scientifique réduit, les responsables des trois organismes nationaux de recherche agricole se sont rencontrés à Washington (D.C.) en 1978 afin de trouver des moyens de

maintenir ou même d'accroître l'efficacité de la recherche et d'éviter les doubles emplois. Ils ont atteint leurs objectifs en établissant des liens de collaboration dans des domaines d'intérêt mutuel, par l'échange planifié de scientifiques. L'année suivante, E.J. LeRoux les accueillait et invitait J. Poly, directeur général de l'Institut national de la recherche agronomique (INRA) de France, à se joindre au groupe à Ottawa. Depuis, les représentants des quatre pays se sont rencontrés tous les ans. De cette coopération sont nés des programmes de recherche conjoints sur la fixation de l'azote, la photosynthèse, la biotechnologie et l'alimentation humaine. Depuis 1978, plus de cent scientifiques canadiens ont participé à des échanges avec des homologues du Royaume-Uni, des États-Unis et de la France.

Coopération avec des pays en développement

L'Institut international d'agriculture, soutenu par le Canada, a tenu sa réunion inaugurale à Rome, en 1905. Deux décisions prises à cette époque ont eu des conséquences particulièrement importantes pour les fermes expérimentales. La première a été la formation de la Commission internationale de météorologie. Cette décision a amené R.F. Stupart, directeur du Service canadien de météorologie et membre de la Commission, à recruter trois diplômés du Collège d'agriculture de Guelph. Il leur a confié la tâche d'étudier les applications de la météorologie à l'agriculture. À la même réunion, H.T. Gussow, botaniste en chef du Dominion, a signé, pour le compte du Canada, une entente par laquelle était créée la Commission internationale de phytopathologie. L'entente, qui prévoyait la définition de mesures précises de lutte contre les maladies des végétaux et autorisait le commerce international de plants de pépinière et d'autres plants, a été signée par 65 autres pays. Stupart et Gussow ont aidé les agriculteurs canadiens en améliorant la précision des prévisions météorologiques et en permettant aux Canadiens d'importer et d'exporter des plants exempts de maladies, les pertes de temps imputables à l'inspection des produits aux bureaux d'entrée étant réduites d'autant.

L'Institut international d'agriculture a été absorbé par la Ligue des Nations en 1924, puis par l'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) de l'Organisation des Nations Unies, en 1945. En fait, la FAO a vu le jour à la Conférence de Québec, le 16 octobre 1945. Comme la production alimentaire constitue l'une des principales composantes des programmes de développement, l'agriculture y a occupé une place de la plus haute importance. Jusqu'en 1970, le ministère canadien de l'Agriculture appuyait les programmes de développement projet par projet. Il accordait des congés sans solde à des employés pour que ceux-ci puissent travailler pour la FAO, le Programme de développement des Nations Unies (PDNU), la Banque mondiale et l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA). L'aide technique était fournie par l'Agence canadienne de développement international (ACDI), qui participait à la planification, l'administration et l'évaluation des programmes de développement de l'agriculture. Pour accélérer les communications, la Direction générale de la

recherche avait nommé un agent de liaison, T.G. Willis, qui partageait son temps entre l'ACDI et le Ministère.

En 1970, après que la Direction générale de la recherche eut fourni, pendant plusieurs années, des spécialistes agricoles à d'autres organismes chargés d'exécuter des programmes de développement pour l'ACDI, elle a décidé, au nom du Ministère, de réaliser directement pour l'ACDI deux programmes : un projet de cultures pluviales en Inde et un projet de production de blé en Tanzanie. Dans l'un et l'autre cas, on a mis en valeur les applications pratiques de la recherche. Dans chaque cas, les objectifs ont été atteints. Les deux programmes existent toujours. J.E. Andrews, directeur de la Station de recherches de Swift Current, a planifié le programme indien; après son départ pour Lethbridge, le projet, qu'il administrait toujours, englobait 23 stations de recherches et employait 250 scientifiques, en Inde. Grâce au projet indo-canadien, le rendement des cultures pluviales a augmenté de 150 p. 100. Le projet de culture du blé réalisé en Tanzanie se fait avec la participation d'une
410 seule station de recherches, sur une superficie de 20 000 ha. Il est administré par J.S. Clark, directeur de l'Institut de recherches sur les terres. Andrews et Clark ont reçu une prime au mérite de la Commission de la Fonction publique pour leur contribution à la réalisation des objectifs de développement international du Canada.

Depuis 1970, des programmes analogues ont été lancés pour l'ACDI en Indonésie, à Sri Lanka, au Pakistan, en Colombie, à Haïti et au Brésil. Certains, le programme brésilien d'amélioration du blé notamment, ont directement profité au Canada par la mise en commun des efforts de recherche de l'un et l'autre pays. Ce type de projet contribue à accélérer la recherche, car il rend possible la production et l'étude de deux récoltes par an, l'une dans l'hémisphère Nord et l'autre dans l'hémisphère Sud. Depuis que la Direction générale de la recherche a passé ses premiers contrats avec l'ACDI, 122 scientifiques de 21 stations de recherches ont servi dans 38 pays (cf. tableau 21.1).

L'aide au développement international a pris d'autres formes. Ainsi, la Direction générale de la recherche a détaché des employés dans plusieurs centres internationaux de recherche agricole. W.L. Pelton, par exemple, en raison de la précieuse expérience qu'il avait acquise dans le cadre du Programme des cultures pluviales de l'Inde, a été détaché pour un an en 1976 auprès du Groupe consultatif de la recherche agricole internationale (GCRAI), pour participer à l'établissement du Centre international de recherche agricole dans les régions sèches (CIRARS), au Moyen-Orient. Par sa collaboration avec le Centre de recherches pour le développement international (CRDI) du Canada, la Direction générale de la recherche a participé à l'organisation et à l'administration de programmes de formation de chercheurs et d'administrateurs de la recherche du tiers monde.

Tableau 21.1 Contribution de la Direction générale de la recherche au développement international

Année	Nombre de scientifiques	Nombre de pays	Nombre d'années-personnes
1970	3	3	0,5
1971	17	16	7,5
1972	12	7	9,4
1973	12	7	6,0
1974	12	9	4,0
1975	5	2	4,6
1976	6	5	2,0
1977	7	6	4,0
1978	3	3	2,0
1979	10	6	1,5
1980	25	17	10,0
1981	20	10	10,0
1982	30	18	7,0
1983	38	19	6,5
1984	18	9	5,5
Total			80,5

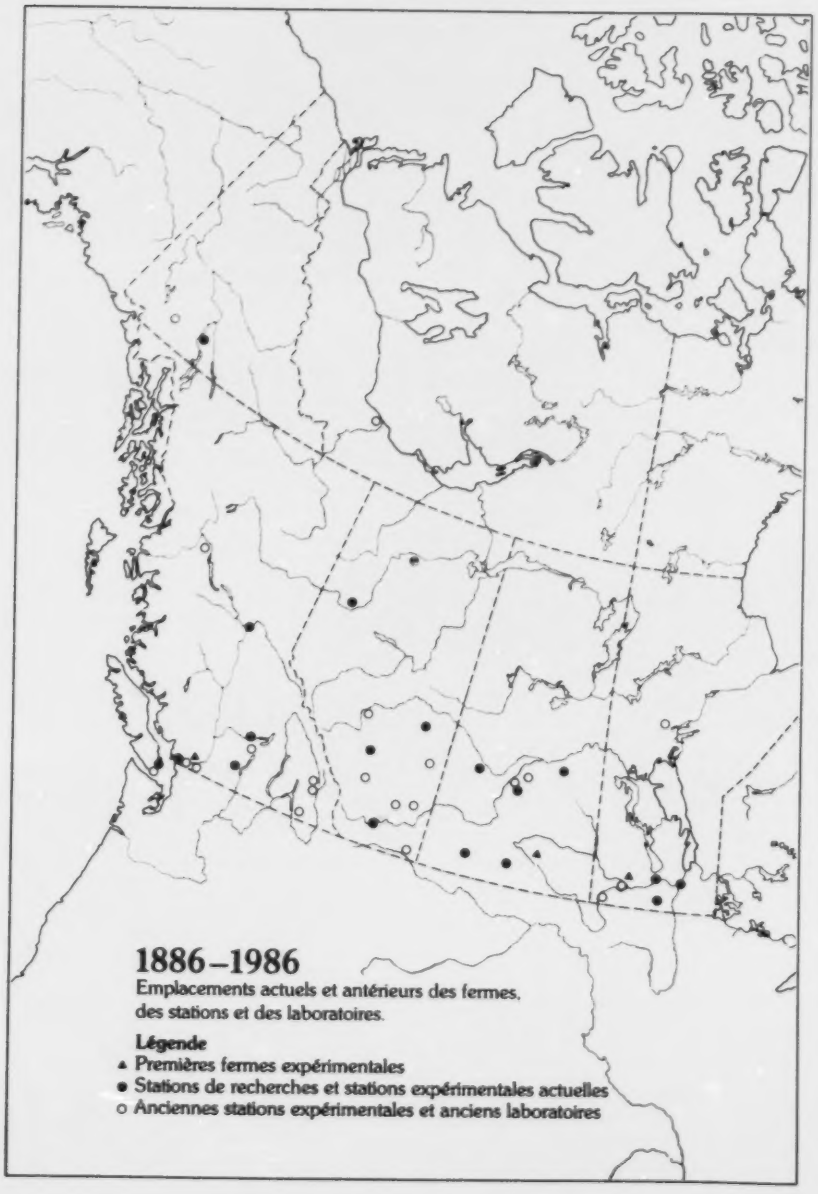
Bibliographie

1. Anonyme, 1980. Perspectives in world agriculture. Bureau agricole du Commonwealth, Slough, Angleterre, 532 p.
2. Anonyme, 1981. Biological control programmes against insects and weeds in Canada 1969–1980. Bureau agricole du Commonwealth, Slough, Angleterre, 410 p.
3. Eggelston, Wilfrid, 1978. National Research in Canada. The NCR 1916–1966. Clarke, Irwin & Co. Ltd., Toronto, 470 p.
4. Gridgeman, N.T., 1979. Biological sciences at the National Research Council of Canada: The early years to 1952, Presses de l'Université Wilfrid-Laurier, 153 p.
5. Scrivenor, Sir Thomas, 1980. CAB—the first 50 years. Bureau agricole du Commonwealth, Slough, Angleterre, 73 p., 9 app.
6. Wasik, R.J., 1985. CASCC—A national agri-food think-tank. Food in Canada 45(3):44.

ANNEXES

Direction générale de la recherche
Agriculture Canada
1886–1986

ANNEXE I



1886–1986

Emplacements actuels et antérieurs des fermes, des stations et des laboratoires.

Légende

▲ Premières fermes expérimentales

● Stations de recherches et stations expérimentales actuelles

○ Anciennes stations expérimentales et anciens laboratoires

ANNEXE II
MINISTRES, SOUS-MINISTRES ET FONCTIONNAIRES RESPONSABLES

Les tableaux suivants sont présentés:
— par province d'est en ouest, l'Administration centrale paraissant la première;
— par ordre chronologique, selon l'endroit dans chaque province;
— par ordre chronologique, par endroit, dans chaque province;
— par ordre chronologique par endroit; et
— par ordre chronologique dans chaque centre de responsabilité (ferme, station ou laboratoire).

Les cinq fermes initiales sont appelées fermes expérimentales, et les autres centres sont désignés par stations expérimentales ou laboratoires indépendamment des noms qu'ils ont peut-être reçus à un certain moment. Pour 1959 et ultérieurement, les stations et les instituts de recherches sont indiqués. 417

Les fonctionnaires responsables ne sont pas regroupés sous les titres de régisseurs ni de directeurs sauf dans le cas de l'Administration centrale où les directeurs, les chefs de division et par la suite, les sous-ministres adjoints et les directeurs généraux sont désignés spécifiquement. Les titulaires suppléants d'un poste sont inclus à partir de la date où ils ont commencé à assurer l'intérim s'ils ont été nommés au poste. Si quelqu'un d'autre a été nommé, le nom de l'intérimaire ne figure pas. Seuls les responsables en résidence figurent dans la liste.

L'année de la disparition d'un service est l'année terminale du dernier fonctionnaire responsable, sauf indication contraire. Si aucune autre adresse n'est désignée, le service est resté au même endroit et dans la même organisation. S'il a été transféré ailleurs dans un service, une direction générale ou un ministère différent, le nom du nouvel organisme est indiqué. Lorsqu'une nouvelle section a été créée, son origine n'est pas donnée à moins qu'il ne s'agisse d'un service, d'une direction générale ou d'un ministère n'ayant aucun rapport avec la Direction générale de la recherche et, qui par conséquent, ne figure pas ailleurs dans l'annexe II.

L'information a été extraite de diverses sources écrites. En cas d'incohérences, on a utilisé des données tirées de volumes appropriés de *American Men of Sciences* ou de quelque autre source dont le contenu a été vérifié par les intéressés. Un point d'interrogation indique les données manquantes alors que les données entre parenthèses sont des approximations.

MINISTRES

Hon. John Henry Pope	1878–1885
Hon. John Carling	1885–1892
Hon. Auguste Real Angers	1892–1895

Hon. Walter Humphies Montague	1895–1896
Hon. Sidney Arthur Fisher	1896–1911
Hon. Martin Burrell	1911–1917
Hon. Thomas Alexander Crerar	1917–1919
Hon. Simon Fraser Tolmie	1919–1926
Hon. Richard William Motherwell	1926–1930
Hon. Robert Weir	1930–1935
Hon. James Garfield Gardiner	1935–1957
Hon. Douglas C. Harkness	1957–1960
Hon. Alvin Hamilton	1960–1963
Hon. Harry Hays	1963–1965
Hon. J.J. Greene	1965–1968
Hon. H.A. Olson	1968–1972
Hon. Eugene Whelan	1972–1979
Hon. John Wise	1979–1980
Hon. Eugene Whelan	1980–1984
Hon. Ralph Ferguson	1984
Hon. John Wise	1984–

SOUS-MINISTRES

Dr. J.C. Taché	1867–1888
Mr. J. Lowe	1888–1895
Mr. W.B. Scarth	1895–1902
Mr. G.F. O'Halloran	1902–1918
Dr. J.H. Grisdale[1]	1918–1932
Dr. G.S.H. Barton	1932–1949
Dr. J.G. Taggart[1]	1949–1959
Mr. S.C. Barry	1960–1966
Mr. S.B. Williams[1]	1967–1975
Mr. L.D. Hudon	1975–1977
Dr. G. Lussier	1977–1982
Mr. J.P. Connell	1982–

[1]Du Service des fermes expérimentales ou de la Direction générale de la recherche.

ADMINISTRATION CENTRALE, DIVISIONS ET INSTITUTS

OTTAWA

SERVICE DES FERMES EXPÉRIMENTALES

Directeurs

W Saunders, CMG, LLD, FRSC, FAAAS	1886–1911
JH Grisdale, BAgr, DScA, FAIC, FAAAS, FAGA	1911–1919
ES Archibald, BA, BSA, LLD, DSc, FRSC, FAIC	1919–1951
ES Hopkins, BSA, MSc, PhD, FAIC	1951–1955
CH Goulden, BSA, MSA, PhD, LLD, FRSC, FAIC, FASA	1955–1959

Chefs de division

Agriculture	
W Saunders, CMG, LLD, FRSC, FAAAS	1886–1890
JW Robertson, LLD	1890–1896
W Saunders, CMG, LLD, FRSC, FAAAS	1897–1898
JH Grisdale, BAgr, DScA, FAIC, FAAAS, FAGA	1899–1912
(passée à la zootechnie et aux grandes cultures)	
Céréales	
W Saunders, CMG, LLD, FRSC, FAAAS	1886–1902
CE Saunders, Kt, BA, PhD, LLD, DSc, FRSC, FAIC	1903–1922
LH Newman, BSA, DSc, FAIC	1923–1948
CH Goulden, BSA, MSA, PhD, LLD, FRSC, FAIC, FASA	1948–1955
DG Hamilton, BSc, MS, PhD, FAIC, FAAAS	1955–1959
(passée à divers instituts de recherches)	
Horticulture	
WW Hilborn	1886–1889
J Craig	1890–1898
WT Macoun, DSc, FAIC	1898–1933
MB Davis, BSA, MSc, FAIC	1933–1955
H Hill, BSA, MSA, PhD	1955–1959
(passée à divers instituts de recherches)	
Chimie	
FT Shutt, BA, MA, DSc, FIC, FRSC	1887–1933
CH Robinson, BA	1933–1937
(passée au Service des sciences)	
Entomologie et botanique	
J Fletcher, LLD, FRSC, FLS, FESA	1887–1908
(passée à l'entomologie, et à la botanique et à la pathologie végétale)	
Aviculture	
AG Gilbert	1888–1913
(passée à l'aviculture)	
Entomologie	
CG Hewitt, BA, PhD, DSc, FRSC, FESA	1909–1914
(passée à la Direction générale de l'entomologie, et à la Division de l'apiculture)	
Botanique et pathologie végétale	
HT Güssow, FLS, FRHS, LLD	1909–1937
(passée au Service des sciences)	
Zootechnie	
ES Archibald, BA, BSA, LLD, DSc, FRSC, FAIC	1912–1919
GB Rothwell, BSA	1919–1931
GW Muir, BSA	1931–1951
HKCA Rasmussen, BSA, MS, PhD, LLD, FAIC	1951–1958
(passée à la zootechnie et à l'aviculture)	

Grandes cultures (grandes cultures, sol et génie rural, 1940)	
JH Grisdale, BAgr, DScA, FAIC, FAAAS, FAGA	1912–1918
ES Archibald, BA, BSA, LLD, DSc, FRSC, FAIC	1919–1920
ES Hopkins, BSA, MSc, PhD, FAIC	1920–1946
PO Ripley, BSA, MS, PhD, FAIC	1946–1959
(passée à divers instituts de recherches)	
Fourrages	
MO Malte, BA, MA, PhD	1912–1921
GP McRostie, BSA, MSA, PhD	1922–1930
LE Kirk, BA, BSA, MSA, PhD	1931–1937
TM Stevenson, BSA, MSc, PhD, FAIC	1938–1959
(passée à divers instituts de recherches)	
Tabac	
(de la Direction générale du tabac)	
F Charlan	1912–1924
CM Slagg, BS, MS	1924–1928
NT Nelson, BSA, MSc, PhD	1928–1946
NA MacRae, BA, MSc, PhD	1946–1959
(passée à divers instituts de recherches)	
Aviculture	
FC Elford	1913–1937
G Robertson	1937–1946
HS Gutteridge, BSA, MSc	1946–1957
(passée à la zootechnie et à l'aviculture, 1958)	
Apiculture	
FWL Sladen	1914–1921
CB Gooderham, BSA	1921–1949
CA Jamieson, BSA, PhD	1949–1958
(passée à l'Institut de recherches en entomologie)	
Vulgarisation et publicité	
JF Watson	1914–1917
WA Lang	1917–1921
FC Nunnick, BSA	1921–1935
(passée à l'Administration centrale du Ministère)	
Station de démonstration	
J Fixter	1915–1927
JC Moynan, BSA	1928–1953
AE Barrett, BSA, MSc	1953–1959
(passée à diverses stations de recherches et expérimentales)	
Fibre	
GG Bramhill, BSA	1917–1818
RJ Hutchinson	1918–1952
(passée aux grandes cultures)	

Bactériologie
AG Lochhead, BA, MSc, PhD, FRSC — 1923–1937
(passée au Service des sciences)

Zootechnie et aviculture
HKCA Rasmussen, BSA, MS, PhD, LLD, FAIC — 1958–1959
(passée à l'Institut de recherches vétérinaires)

DIRECTION GÉNÉRALE DE L'ENTOMOLOGIE

Directeurs

CG Hewitt, BA, PhD, DSc, FRSC, FESE — 1914–1920
A Gibson, LLD, FRSC, FRES, FESA — 1920–1937
(passée à la Division de l'entomologie, Service des sciences)

Chefs de division

Grandes cultures et insectes des jardins
A Gibson, LLD, FRSC, FRES, FESA — 1914–1920
RC Treherne, BSA — 1920–1923
HGM Crawford, BSA, MS — 1925–1937
(passée à l'entomologie, Service des sciences)

Entomologie forestière
JM Swaine, BSA, MSc, PhD, FRSC — 1914–1934
JJ de Gryse, PhCand — 1934–1937
(passée à l'entomologie, Service des sciences)

Inspection des végétaux
LS McLaine, BSc, MSc, FAAAS — 1919–1938
(passée à la protection des végétaux, Division de la production)

Entomologie systématique
JH McDunnough, MA, PhD — 1919–1937
(passée à l'entomologie, Service des sciences)

Insectes des produits entreposés
EH Gray, BSA, BS, MSc, PhD — 1932–1937
(passée à l'entomologie, Service des sciences)

SERVICES DES SCIENCES

Directeurs

JM Swaine, BSA, MSc, PhD, FRSC — 1937–1946
KW Neatby, BSA, MSA, PhD, DSc, LLD, FRSC, FAIC — 1946–1958
R Glen, OC, BSc, MSc, PhD, LLD, DSc, FAIC, FRSC, FESC, FESA — 1958

Chefs de division

Bactériologie
AG Lochhead, BA, MSc, PhD, FRSC — 1937–1938
(passée à la bactériologie et à la recherche sur les produits laitiers)

Botanique et pathologie végétale
- HT Güssow, FLS, FRHS, LLD — 1937–1944
- JH Craigie, OC, AB, MSc, PhD, DSc, LLD, FRSC, FAIC, FRS — 1945–1952
- WF Hanna, OC, CBE, OLM, BA, BSc, MSc, PhD, LLD, FRSC, FAIC — 1953–1958
(passée à divers instituts de recherches)

Chimie
- CH Robinson, BA — 1937–1949
- JC Woodward, MC, BSA, MS, PhD, FCIC, FAIC, FBCS — 1949–1955
- ARG Emslie, BSA, MSA, DSc, FCIC — 1955–1959
(passée à divers instituts et services de recherche)

Entomologie
- A Gibson, LLD, FRSC, FRES, FESA — 1937–1942
- LS McLaine, BSc, MSc, FAAAS — 1942–1943
- HGM Crawford, BSA, MS — 1943–1950
- R Glen, OC, BSc, MSc, PhD, LLD, DSc, FAIC, FRSC, FESC, FESA — 1950–1957
- BN Smallman, BA, MA, PhD, FAAAS — 1957–1959
(passée à l'Institut de recherches en entomologie)

Pathologie vétérinaire
(de la Direction générale de la santé des animaux)
- EA Watson, DVM — 1937–1942
- CA Mitchell, VS, BVSc, DVM, FRSC, HARCVS — 1942–1952
(passée au Service de la production)

Bactériologie et Recherche sur les produits laitiers
- AG Lochhead, BA, MSc, PhD, FRSC — 1938–1953
(passée à la Bactériologie)

Protection des végétaux
(du Service de la production)
- WN Keenan — 1942–1956
(passée au Service de la production)

Biologie forestière
- JJ de Gryse, PhCand — 1951–1952
- ML Prebble, BScF, MSc, PhD — 1952–1959
(passée à la Direction générale de la recherche)

Bactériologie
- AG Lochhead, BA, MSc, PhD, FRSC — 1953–1956
- H Katznelson, BSA, MSc, PhD, FAAAS, FRSC — 1956–1959
(passée à divers instituts de recherches)

DIRECTION GÉNÉRALE DE LA RECHERCHE

Sous-ministres adjoints

- CH Goulden, BSA, MSA, PhD, LLD, FRSC, FAIC, FASA — 1959–1962
- R Glen, OC, BSc, MSc, PhD, LLD, DSc, FAIC, FRSC, FESC, FESA — 1962–1968

JA Anderson, BSc, MSc, PhD, DSc, LLD, FCIC, FAIC, FRSC	1968
JC Woodward, MC, BSA, MS, PhD, FCIC, FAIC, FBCS	1968–1974
BB Migicovsky, BSA, MS, PhD, DSc, FCIC, FAIC	1975–1978
EJ LeRoux, BA, MSc, PhD, DSc, FAIC	1978–

Directeurs généraux

R Glen, OC, BSc, MSc, PhD, LLD, DSc, FAIC, FRSC, FESC, FESA	1959–1962
JA Anderson, BSc, MSc, PhD, DSc, LLD, FCIC, FAIC, FRSC	1963–1968
BB Migicovsky, BSA, MS, PhD, DSc, FCIC, FAIC	1968–1974

Directions

Opérations	
EJ LeRoux, BA, MSc, PhD, DSc, FAIC	1975–1978
Coordination des programmes (rebaptisée Planification et Coordination (1970), Planification et Évaluation (1975) et Coordination des programmes (1980))	
JC Woodward, MC, BSA, MS, PhD, FCIC, FAIC, FBCS	1959–1964
PO Ripley, BSA, MS, PhD, FAIC	1964–1965
JC Woodward, MC, BSA, MS, PhD, FCIC, FAIC, FBCS	1965–1968
HKCA Rasmussen, BSA, MS, PhD, LLD, FAIC	1968–1970
AE Hannah, BSA, MS, PhD	1970–1972
EJ LeRoux, BA, MSc, PhD, DSc, FAIC	1972–1975
DG Hamilton, BSc, MS, PhD, FAIC, FAAAS	1975–1977
JW Morrison, BSc, MSc, PhD	1978–1982
RL Halstead, BSA, PhD	1982–1985
WB Baier, Diplomlandwirt, DrAgr, MSc	1985–
Division de la biologie forestière	
ML Prebble, BScF, MSc, PhD (passée au ministère de la Foresterie)	1959–1960
Instituts et services	
BB Migicovsky, BSA, MS, PhD, DSc, FCIC, FAIC	1964–1968
EJ LeRoux, BA, MSc, PhD, DSc, FAIC	1968–1972
WB Mountain, BSc, PhD (passée à la Région du centre et des instituts)	1973–1975
JW Morrison, BSc, MSc, PhD	1980–1985
RL Halstead, BSA, PhD	1985–
Administration	
SB Williams, ON, BSA, MSc, FAIC	1959
DH Laughland, BSA, MA, PhD, FCIC	1959–1965
RA Ludwig, BSc, MSc, PhD, FAPS	1965–1977
JE Ryan, RIA	1977–1984
LR Radburn, BA	1984–

Services de recherches

Statistiques

GB Oakland, BA, MA, PhD, FIS, FSS	1950–1960
P Robinson, BA, DipStat, PhD	1960–1972
LP Lefkovitch, BSc	1972–1977
(passée à l'Institut de recherches techniques et statistiques)	

Chimie analytique

RB Carson, BA, BSc, MS, FCIC	1959–1971
(passée à l'Institut de recherches chimiques et biologiques)	

Génie

W Kalbfleisch, BE, MS	1959–1967
CGE Downing, BE, MSc, FASAE, FEIC	1967–1977
(passée à l'Institut de recherches techniques et statistiques)	

Information scientifique (Programme de recherches, 1973)

GM Carman, BSA, MSc, PhD	1959–1965
C Chaplin, BSc, MSc, PhD	1965–1976
C Aubé, BSc, MSc, PhD	1976–1978
S Plourde, BA, MA	1978–1979
R Trottier, BSc, MSc, PhD	1980–1982
J-C St-Pierre, BSc, MSc, PhD	1982–1984
Y Bélanger, BSc	1985–

Plantes ornementales

AP Chan, BSc, MSc, PhD	1973–1976
(passée à la Station de recherches d'Ottawa, Région de l'Ontario)	

Régions

Est

DG Hamilton, BSc, MS, PhD, FAIC, FAAAS	1964–1975
(Région de l'Ontario à Région du Centre et des instituts, 1975)	
JJ Cartier, BA, BSc, MSc, PhD, FESC	1975–1980
(aux régions de l'Atlantique et du Québec)	

Ouest

HKCA Rasmussen, BSA, MS, PhD, LLD, FAIC	1964–1968
TH Anstey, BSA, MSA, PhD, FAIC	1969–1979
AA Guitard, BSc, MSc, PhD, FAIC	1979–1981
JE Andrews, BSA, MS, PhD, FAIC	1981–1983
(aux régions des Prairies et du Pacifique)	

Centre et instituts

WB Mountain, BSc, PhD	1975–1979
(à la Région de l'Ontario, aux instituts et aux services)	

Atlantique

EE Lister, BS, MS, PhD	1980–1985
	1985–

Québec	
J-J Jasmin, BScAgr, MSc	1980–
Ontario	
JJ Cartier, BA, BSc, MSc, PhD, FESC	1980–
Prairies	
WL Pelton, BSA, MSA, PhD	1983–
Pacifique	
SC Thompson, BSc, MSc, PhD	1983–

INSTITUTS DE RECHERCHES

Zootechnie	
ARG Emslie, BSA, MSA, DSc, FCIC	1959–1965
RS Gowe, BSA, MS, PhD	1965–1980
(passée au Centre de recherches zootechniques, Région de l'Ontario)	
Technologie laitière	
CK Johns, BSA, MSc, PhD, FAIC, FAPHA	1959–1963
(passée aux aliments)	
Entomologie	
GP Holland, BA, MA, DSc, FRSC	1959–1969
WB Mountain, BSc, PhD	1969–1973
(passée à la biosystématique)	
Génétique et sélection végétale	
AWS Hunter, BSA, MSc, PhD	1959–1964
(passée en partie aux aliments en 1962)	
(passée à la Station de recherches d'Ottawa, Région de l'Ontario)	
Microbiologie	
H Katznelson, BSA, MSc, PhD, FAAAS, FRSC	1959–1967
(passée à la biologie cellulaire)	
Végétaux	
HA Senn, BA, MA, PhD, FRSC	1959–1960
RA Ludwig, BSc, MSc, PhD, FAPS	1961–1965
AP Chan, BSc, MSc, PhD	1965–1973
(passée à la biosystématique, à la biologie cellulaire et au Service de recherches sur les plantes ornementales)	
Sols	
(repabtisé Institut de recherches sur les terres (1978), avec une partie du programme transférée à la chimie et à la biologie)	
PC Stobbe, BSA, MSc, PhD, FCSSS, FAIC	1959–1969
JS Clark, BSA, MSA, PhD	1969–

Institut de recherches sur la lutte biologique, voir Belleville (Ontario)

Institut de recherches sur les pesticides, voir London (Ontario)
Institut de recherches sur la pathologie des insectes, voir Sault Sainte-Marie (Ontario)

Lutte chimique
JJ Fettes, BScF, PhD — 1959–1960
(passée au ministère de la Foresterie)

Aliments
RPA Sims, BSc, PhD, FCIC — 1962–1973
J Holme, BA, MA, PhD — 1974–1983
NW Tape, BSA, PhD — 1983–

Biologie cellulaire
RM Hochster, BSc, PhD — 1967–1971
(rebaptisé chimie et biologie)
G Fleischmann, MA, PhD — 1972–1974
JG Saha, BSc, MSc, PhD — 1974–1980
IA de la Roche, BSc, MSc, PhD — 1980–1985
(passée au Centre de recherches sur les végétaux, voir Ontario)

Biosystématique
DF Hardwick, BA, MSc, PhD — 1973–1978
GA Mulligan, BSc — 1978–

Génie et statistique
P Voisey, AMIMechE — 1978–

TERRE-NEUVE

SAINT-JEAN OUEST

Laboratoire d'entomologie
(du gouvernement de Terre-Neuve)
HA Butler, BSc — 1949–1957
RF Morris, BSA, MS — 1957–1959
(passé à la Station de recherches)

Station expérimentale
IJ Green — 1950–1956
HWR Chancey, BSA, MSA, FAIC — 1956–1959
(passée à la Station de recherches)

Laboratoire de pathologie végétale
OA Olsen, BSA, MSc, PhD — 1957–1959
(passé à la Station de recherches)

Station de recherches
HWR Chancey, BSA, MSA, FAIC — 1959–1984
HR Davidson, BSA, PhD — 1984–

Relevé pédologique
HWR Chancey, BSA, MSA, FAIC 1952–1956
JFG Millett, BSA, MSc, PhD 1956–1963
PK Heringa, BSA, MSA 1963–1984
F Hender, BSc 1984–

CORNER BROOK

Laboratoire de biologie forestière
WJ Carroll, BSc, MSc 1952–1960
(passé au ministère de la Foresterie)

ÎLE-DU-PRINCE-ÉDOUARD

CHARLOTTETOWN

Station expérimentale
JA Clark, BSA, MSA, DSc 1909–1947
RC Parent, BSA, MSc, FAIC 1947–1966
(passée à la Station de recherches)

Laboratoire de pathologie végétale)
PA Murphy, BSc, PhD 1915–1920
JB McCurry, BSA 1920–1923
RR Hurst, BSA 1925–1939
(passé au Laboratoire du Service des sciences)

Laboratoire d'entomologie
FM Cannon, BSc, MSc 1936–1939
(passée au Laboratoire du Service des sciences)

Laboratoire du Service des sciences
RR Hurst, BSA 1939–1960
(passé à la Station expérimentale)

Relevé pédologique
GB Whiteside, BSA 1943–1962
JI MacDougall, BSc 1971–1984
C Veer, DipFor 1984–

Station de recherches
GC Russell, BS, MS, PhD 1966–1970
LB MacLeod, BSc, MSc, PhD, FCSSS 1970–

SUMMERSIDE

Ranch expérimental d'élevage du renard
(Ranch expérimental de la fourrure 19??)
(du Ranch d'élevage du renard du Conseil national de recherches, à Hull (Québec))
GE Smith, BASc 1925–1941
CK Gunn, BSc, MSc, PhD 1941–1968
(passé à la Station de recherches de Charlottetown, 1969)

NOUVELLE-ÉCOSSE

NAPPAN

Ferme expérimentale	
WM Blair	1887–1896
GW Forrest	1896–1897
R Robertson	1898–1913
WW Baird, BSA	1913–1952
SB Williams, ON, BSA, MSc, FAIC	1952–1959
TM MacIntyre, BSc, BSA, MSc, FAIC	1959–1979
FW Calder, BSc, MS	1979–

BRIDGETOWN

Laboratoire d'entomologie	
GE Sanders, BSA	1910–1915
(passé à Annapolis Royal)	

KENTVILLE

Station expérimentale	
JR Starr	1911–1912
WS Blair, DSc	1912–1938
A Kelsall, BSA, DCL	1938–1952
CJ Bishop, BSc, AM, PhD, DSc, FRSC, FAIC, FASHS	1952–1958
TH Anstey, BSA, MSA, PhD, FAIC	1958–1959
(passée à la Station de recherches)	
Laboratoire de pathologie végétale	
JF Hockey, BSA, DSc	1924–1959
(passé à la Station de recherches)	
Laboratoire de chimie	
FA Herman, BSc, FCIC	1936–1954
RF Bishop, BSc, MSc, PhD	1954–1959
(passé à la Station de recherches)	
Laboratoire d'entomologie	
AD Pickett, BSA, MSc, DSc	1952–1959
(passé à la Station de recherches)	
Station de recherches	
RA Ludwig, BSc, MSc, PhD, FAPS	1959–1961
JR Wright, BSc, MS, PhD, FCIC	1961–1978
GM Weaver, BSc, PhD	1979–

ANNAPOLIS ROYAL

Laboratoire d'entomologie	
GE Sanders, BSA	1915–1921
A Kelsall, BSA, DCL	1921–1938
AD Pickett, BSA, MSc, DSc	1939–1952
(passé à Kentville)	

Laboratoire de chimie	
FA Herman, BSc, FCIC	1923–1936
(passé à Kentville)	

TRURO

Relevé pédologique	
GB Whiteside, BSA	1934–1943
RE Wicklund, BSA, MSc, PhD	1943–1947
DB Cann, BSA, MSc, PhD	1947–1964
JI MacDougall, BSc, BScA	1964–1969
JL Nowland, BA, MSc	1969–1973
GJ Beke, BSA, MSc, PhD	1973–1981
KT Webb, BSc, MSc	1983–

HALIFAX

Laboratoire d'entomologie forestière	
FG Cuming, BSc, MSc	1949–1951
(passé à Debert)	

DEBERT

Laboratoire de biologie forestière	
FG Cuming, BSc, MSc	1951–1960
(passé au ministère de la Foresterie)	

NOUVEAU-BRUNSWICK

FREDERICTON

Laboratoire d'entomologie	
Insectes des grandes cultures	
JD Tothill, BSA	1911–1922
RP Gorham, BSc	1920–1946
JB Adams, BA, MSc	1946–1959
Insectes des fruits	
GP Walker	1917–1924
CWB Maxwell, BSA, MSc	1925–1959
(passé à la Station de recherches)	
Station expérimentale	
WW Hubbard	1912–1921
CF Bailey, BSA	1922–1947
SA Hilton, BSA, MS, FAIC	1947–1959
(passée à la Station de recherches)	
Laboratoire de pathologie végétale	
GC Cunningham, BSA	1915–1923
JF Hockey, BSA, DSc	1923–1924
DJ MacLeod, BA, MA, PhD	1924–1959
(passé à la Station de recherches)	

Laboratoire d'entomologie forestière

JD Tothill, BSA	1923–1924
JL Simpson	1924–1930
RE Balch, BSA, MS, PhD	1930–1951
(passé au laboratoire de biologie forestière)	

Relevé pédologique

PC Stobbe, BSA, MSc, PhD, FCSSS, FAIC	1938–1940
H Aalund, BScA	1940–1947
RE Wicklund, BSA, MSc, PhD	1947–1953
JFG Millette, BSA, MSc, PhD	1953–1961
KK Langmaid, BSc, MSc	1961–1975
C Wang, BSA, MSc, PhD	1975–1979
R Wells, BSc, MSc, PhD	1979–1981
HW Rees, BSc	1981–

Laboratoire de biologie forestière

AJ Skolko, BScF, MA, PhD	1946–1948
VJ Nordin, BA, BScF, PhD	1949–1951
(passé au Laboratoire de biologie forestière)	

Laboratoire de biologie forestière

RE Balch, BSA, MS, PhD	1951–1959
RM Belyea, BA, PhD	1960
(passé au ministere de la foresterie)	

Station de recherches

SA Hilton, BSA, MS	1960–1966
F Whiting, BSc, MSc, PhD	1966–1971
G M Weaver, BSc, PhD	1971–1979
CS Bernard, BSA, MSc, PhD	1979–1984
YA Martel, BA, BSA, PhD	1984–

BOUCTOUCHE

Station expérimentale

JM Wauthy, BSc	1979–1982
R Rioux, BSc	1982–1985
	1985–

QUÉBEC

CAP-ROUGE

Station expérimentale

GA Langelier, DScA	1911–1933
CE Ste Marie, BSA	1933–1940
(fermée)	

SAINTE-ANNE-DE-LA-POCATIÈRE

Station expérimentale

J Begin	1912–1922
JA Ste Marie, BSA	1921–1937

JR Pelletier, BSA, MA, MSc, DSc	
(passée à la Station de recherches)	1937–1960
Laboratoire de pathologie végétale	
HN Racicot, BA	
CJ Perrault, BSA, MSc, DSc	1923–1930
(passé au Laboratoire du Service des sciences)	1930–1952
Laboratoire d'entomologie	
JA Duncan, BSc, MSc	
(passé au Laboratoire du Service des sciences)	1949–1952
Relevé pédologique	
RW Baril, LScA, MSc, FCSS, OMA	
(fermé)	1947–1962
Laboratoire du Service des sciences	
CJ Perrault, BSA, MSc, DSc	
(passé à la Station de recherches)	1952–1960
Station de recherches	
CJ Perrault, BSA, MSc, DSc	
(passée à la Station expérimentale, certains membres du personnel à Sainte-Foy)	1960–1967
Station expérimentale	
JM Girard, BS, BSA, MSA	1967–1968
JE Comeau, BSc, MSc	1969–
COVEY HILL	
Laboratoire d'entomologie	
CE Petch, BSA	
(passé à Hemmingford)	1912–1914
FARNHAM	
Station expérimentale	
O Chevalier, INA	
JE Montreuil, BA, BSA	1912–1916
R Bordeleau, BSA	1919–1928
(fermé)	1928–1946
HEMMINGFORD	
Laboratoire d'entomologie	
CE Petch, BSA	
(fermé)	1914–1952
LENNOXVILLE	
Station expérimentale	
JA McClary	
JA Ste Marie, BSA	1914–1937
	1937–1952

E Mercier, BA, BSA, MSA, PhD	1952–1960
GJ Brisson, BA, BSA	1960–1962
PE Sylvestre, BA, BSA, MSc	1962–1965
(passée à la Station de recherches)	
Station de recherches	
PE Sylvestre, BA, BSA, MSc	1965–1968
CS Bernard, BSA, MSc, PhD	1968–1979
YA Martel, BA, BSA, PhD	1979–1984
J-C St-Pierre, BSc, MSc, PhD	1984–

LA FERME

Station expérimentale	
P Fortier, BSA	1916–1932
JCH Chabot, BS, BSA	1932–1936
(fermée)	

FORT COULONGE

Laboratoire des insectes forestiers?	1918–?

SAINT-JOACHIM

Station expérimentale (ferme de chevaux)	
GA Langelier, DScA	1920–1940
(vendue au gouvernement du Québec)	

L'ASSOMPTION

Station expérimentale	
JE Montreuil, BA, BSA	1928–1946
R Bordeleau, BSA	1946–1962
J Richard, BSA, MSc	1962–1971
PP Lukosevicius, BSA, MSc, PhD	1971–1981
JPF Darisse, BA, BSc, MSc	1981–

BERTHIERVILLE

Laboratoire d'entomologie forestière	
JSL Daviault, BSA	1929–1942
(fermé)	

SAINTE-ANNE-DE-BELLEVUE

Relevé pédologique	
PC Stobbe, BSA, MSc, PhD, FCSSS, FAIC	1934–1938
DB Cann, BSA, MSc, PhD	1938–1947
JGP Lajoie, BA, BSA, MSc	1947–1964
(passé à Sainte-Foy)	

Laboratoire de pathologie vétérinaire
WE Swales, BVSc, PhD (1947)–1952
(passé au Service de la production)

NORMANDIN

Station expérimentale
JA Belzile, BSA 1935–1962
JE Laplante, BSA, MSc 1962–1969
JPF Darisse, BA, BSc, MSc 1969–1981
JM Wauthy, BSc 1982–

MACAMIC

Station expérimentale
WA Montcalm 1936–1937
A Courcy 1937–1943
R Bernier, BA, BSc ?
(fermé)

HULL

Institut de recherches sur les épizooties
(de la Direction générale de la santé des animaux)
EA Watson, DVM 1937–1942
CA Mitchell, VS, BVSc, DVM, LLD, FRSC, HARCVS 1942–1952
(passé au Service de la production)

SAINT-JEAN-SUR-RICHELIEU

Laboratoire d'entomologie
JB Maltais, BSA, MSc 1940–1949
AA Beaulieu, BSA, MSc 1949–1959
(passé au laboratoire de recherches)

Laboratoire de pathologie végétale
L Cinq-Mars, BA, BSA, MSc 1949–1959
(passé au laboratoire de recherches)

Laboratoire de recherches
AA Beaulieu, BSA, MSc 1959–1962
(passé à la Station de recherches)

Station de recherches
AA Beaulieu, BSA, MSc 1962–1972
J-J Jasmin, BScAgr, MSc 1972–1980
CB Aubé, BSc, MSc, PhD 1980–

SAINT-CHARLES-DE-CAPLAN

Station expérimentale
JGG Provencher, BA, BSc 1948–1952
L Bellefleur, BSA 1952–1957

JDR Bernier, BA, BSc	1957–1963
JPF Darisse, BA, BSc, MSc	1963–1966
M Hughes	1966–1970
(vendue au gouvernement du Québec)	

SAINTE-FOY

Laboratoire d'entomologie forestière	
JSL Daviault, BSA	1954–1955
(passé au laboratoire de biologie forestière)	
Laboratoire de pathologie forestière	
HR Pomerleau, BSA, MSc, DSc, FRSC	1954–1955
(passé au laboratoire de biologie forestière)	
Laboratoire de biologie forestière	
JSL Daviault, BSA	1955–1960
(passé au ministère de la Foresterie)	
Station de recherches	
CJ Perrault, BSA, MSc, DSc	1967–1968
SJ Bourget, BSc, MS, PhD	1968–
Relevé pédologique	
R Marcoux, BSc, MSc	1975–1979
JM Cossette, BSc	1979–

SAINTE-CLOTHILDE

Station expérimentale	
J-J Jasmin, BScAgr, MSc	1956–1962
(aucun en résidence actuellement)	

FORT CHIMO

Station expérimentale	
RI Hamilton, BSc, MSA, PhD	1956
H Gasser, BSc, MSc, PhD	1957–1959
RI Hamilton, BSc, MSA, PhD	1960–1961
BWA Parks	1962–1965
(fermée)	

ONTARIO

VINELAND

Laboratoire d'entomologie	
WA Ross, BSA	1911–1947
GG Dustan, BSA, MS	1947–1959
(passé à la Station de recherches)	

Station de recherches

DA Chant, BA, MA, PhD	1960–1963
WB Mountain, BSc, PhD	1964–1969
GM Weaver, BSc, PhD	1969–1971
AJ McGinnis, BSc, MS, PhD	1972–1980
DR Menzies, BSc, MS, PhD	1981–

ST. CATHARINES

Laboratoire de pathologie végétale

WA McCubbin, BA, MA, PhD	1912–1919
WH Rankin, AB, PhD	1919–1922
GH Berkeley, BA, MA, PhD	1923–1959

(passé aux station de recherches de Vineland et de Vancouver)

HARROW

Station expérimentale
(de la Direction générale du tabac, ministère de l'Agriculture du Canada)

WA Barnet, BSA	1913–1915
DD Digges, MSc	1915–1926
HA Freeman, BSA, MSc	1926–1928
HF Murwin, BSA	1929–1959

(passée à la Station de recherches)

Laboratoire de pathologie végétale

LW Koch, BA, MA, PhD	1938–1947

(passé au laboratoire du Service des sciences)

Laboratoire d'entomologie

WE van Steenburgh, OBE, ED, BS, MA, PhD	1938–1940
HR Boyce, BSA, MSA	1940–1947

(passé au laboratoire du Service des sciences)

Laboratoire du Service des sciences

LW Koch, BA, MA, PhD	1947–1959

(passé à la Station de recherches)

Station de recherches

LW Koch, BA, MA, PhD	1959–1969
GC Russell, BS, MS, PhD	1970–1975
JM Fulton, BSc, MSA, PhD	1975–1980
CF Marks, BSc, MSA, PhD	1981–

STRATHROY

Laboratoire d'entomologie

HF Hudson, BSA	1913–(1932)

(indéterminée?)

WALKERVILLE

Station expérimentale
- GC Routt — 1915–?
  (indéterminée?)

KAPUSKASING

Station expérimentale
- JPS Ballantyne — 1916–1945
- ET Goring — 1945–1949
- FX Gosselin, BSA — 1949–1964
- JE Comeau, BSA, MSc — 1965–1969
- JM Wauthy, BSc — 1969–1978
- J Proulx, DVM — 1978–

CHATHAM

Laboratoire d'entomologie
- HGM Crawford, BSA, MS — 1920–1925
- GM Stirrett, BSA, MS, PhD — 1926–1948
  (travaux sur la lutte biologique transférés à Belleville, en 1929)
- GF Manson, BSc, MSc — 1948–1967
  (passé à Harrow et London)

ST. THOMAS

Laboratoire d'entomologie
- AB Baird, BSA, MS — 1923–1929
  (passé à Belleville)

SIMCOE

Laboratoire d'entomologie
- JA Hall, BSA — 1928–1958
- A Hikitchi, BA, BSA — 1958–1960
  (passé à la Station de recherches de Vineland)

BELLEVILLE

Laboratoire d'entomologie
(Institut de recherches sur la lutte biologique, 1959)
- AB Baird, BSA, MS — 1929–1948
- A Wilkes, BSA, MSc, PhD — 1948–1955
- BP Beirne, BSc, MA, MSc, PhD, FCSZ — 1955–1967
- PS Corbet, BSc, PhD, DSc, FIB — 1967–1972
  (fermé, personnel réparti entre Ottawa, Winnipeg et Regina)

Institut de lutte biologique du Commonwealth
- WR Thompson, BSA, MSc, DSc, PhD, FRS, FRSC — 1940–1948
  (passé à Ottawa)

DELHI

Station expérimentale	
GL Haslam, BSA	1933–1935
FA Stinson, BSA, MSc, PhD	1935–1949
LS Vickery, BSA, MS	1949–1975
(passée à la Station de recherches)	
Station de recherches	
CF Marks, BSc, MSc, PhD	1976–1981
PW Johnson, BSA, MSc, PhD	1981–

GUELPH

Relevé pédologique	
GA Hills, BSA, MSc	1935–1943
NR Richards, BSA, MSc, DSc	1943–1952
RE Wicklund, BSA, MSc, PhD	1953–1970
CJ Acton, BSA, MSc, PhD	1970–
Laboratoire d'entomologie	
DG Peterson, BA, MSc	1955–1964
(fermé, personnel réparti entre Saskatoon, Lethbridge et Ottawa)	

THUNDER BAY (anciennement Fort William)

Station expérimentale	
JK Knights, BSA	1937–1958
WB Towill, BSA	1958–1978
J Wilson	1978–

MARMORA

Laboratoire d'entomologie	
GH Hammond, BSA, MSc	1939–1961
(fermé)	

OTTAWA

Laboratoire de pathologie de la volaille	
(de la Direction générale de la santé des animaux)	
AB Wickware, VS	(1941)–(1950)
(passé au Service de la production en 1952?)	
Laboratoire d'entomologie forestière	
EB Watson, BA	1945–1953
(devenu partie de l'administration centrale de la biologie forestière)	
Laboratoire d'entomologie	
WG Matthewman, BSA, MSc	(1954)–1959
(passé à l'Institut de recherches en entomologie)	

Station de recherches
AWS Hunter, BSA, MSc, PhD 1964–1971
FK Kristjansson, BSA, MS, PhD 1971–1976
T Rajhathy, IngAgr, MSc, DAgrSci, FRSC 1976–1985
(passée au Centre de recherches sur les végétaux)

Centre de recherches zootechniques
RS Gowe, BSA, MS, PhD 1980–

Centre de recherches sur les végétaux
Al de la Roche, BSc, MSc, PhD 1985–

SAULT SAINTE-MARIE

Laboratoire de biologie forestière
CE Atwood, BScA, MScA, PhD 1944–1945
ML Prebble, BScF, MSc, PhD 1945–1952
RM Belyea, BA, PhD 1952–1960
WA Reeks, BSc, MSc 1960
(passé au ministère de la Foresterie)

Laboratoire de pathologie des insectes
(Institut de recherches, 1959)
JW MacB Cameron, BSA, MSc, PhD 1950–1960
(passé au ministère de la Foresterie)

WOODSLEE

Station expérimentale
JW Aylesworth, BSA, MSc, PhD 1946–1980
(passée à la Station de recherches de Harrow)

TORONTO

Laboratoire de pathologie forestière
JE Bier, NScF, MA, PhD 1947–1951
LT White, BScF, BA, MA, PhD 1951–1953
(passé à Maple)

KINGSTON

Laboratoire des maladies des insectes
GE Bucher, BA, MA, PhD, FESC 1948–1955
(passé à Belleville)

LONDON

Laboratoire du Service des sciences
H Martin, BSc, MSc, DSc, FRIC, FCIC 1951–1960

Institut de recherches sur les pesticides	
EY Spencer, BSc, MSc, PhD, FCIC	1960–1978
HV Morley, BSc, PhD	1978–1980
(passé au Centre de recherches)	
Centre de recherches	
HV Morley, BSc, PhD	1980–

MAPLE

Laboratoire de biologie forestière	
LT White, BScF, BA, MA, PhD	1953–1960
(passé au ministère de la Foresterie)	

SMITHFIELD

Station expérimentale	
HB Heeney, BSc, MSc	1960–1979
SR Miller, BSc, MSc, PhD	1980–

MANITOBA

BRANDON

Ferme expérimentale	
SA Bedford	1888–1905
N Wolverton, BA	1906–1907
J Murray, BSA	1907–1911
WC McKillican, BSA	1911–1925
MJ Tinline, BSA	1925–1946
RM Hopper, BSA, MSc	1946–1960
(passée à la Station de recherches)	
Laboratoire d'entomologie	
RD Bird, BSc, MSc, PhD	1933–1952
(passé à Winnipeg)	
Station de recherches	
JE Andrews, BSA, MS, PhD, FAIC	1960–1965
WN MacNaughton, BSc, MSc, PhD	1965–1980
BH Sonntag, BSA, MSc, PhD	1980–

TREESBANK

Laboratoire d'entomologie	
N Criddle	1913–1933
(passé à Brandon)	

MORDEN

Station expérimentale	
EM Straight, BSA	1918–1921
WR Leslie, BSA	1921–1956

CC Strachan, BSA, MS, PhD	1956–1960
JW Morrison, BSc, MSc, PhD	1960–1966
(passée à la Station de recherches)	
Station de recherches	
ED Putt, BSA, MSc, PhD	1966–1978
DK McBeath, BSA, MSc, PhD	1980–

WINNIPEG

Laboratoire de pathologie végétale	
DL Bailey, BA, MS, PhD	1924–1928
JH Craigie, AB, MSc, PhD, DSc, LLD, FRSC, FAIC, FRS	1928–1945
WF Hanna, OC, CBE, OLM, BA, BSc, MSc, PhD, LLD, FRSC, FAIC	1945–1952
T Johnson, OC, BSc, BSA, MSc, PhD, DSc, FRSC, FAIC	1953–1957
(passé au laboratoire du Service des sciences)	
CH Goulden, BSA, MSA, PhD, LLD, FRSC, FAIC, FASA	1925–1948
RF Peterson, BSA, MS, PhD, FAIC	1948–1957
(passé au laboratoire du Service des sciences)	
Laboratoire d'entomologie forestière	
HA Richmond, BSF, MSc, PhD, FCIF	1937–1945
RR Lejeune, BSA, MSc	1945–1951
(passé au Laboratoire de biologie forestière)	
Relevé pédologique	
WA Ehrlich, BSA, MSc, PhD	1939–1964
HJ Hortie, BSc, MSc,	1964–1974
RE Smith, BSc, MSc	1974–
Laboratoire des insectes des produits entreposés	
BN Smallman, BA, MA, PhD, FAAS	1946–1951
FL Watters, BSc, MSc	1951–1957
(passé au laboratoire du Service des sciences)	
Laboratoire de biologie forestière	
RR Lejeune, BSA, MSc	1951–1955
WA Reeks, BSc, MSc	1955–1960
(passé au ministère de la Foresterie)	
Laboratoire du Service des sciences	
T Johnson, OC, BSc, BSA, MSc, PhD, DSc, FRSC, FAIC	1957–1959
Station de recherches	
T Johnson, OC, BSc, BSA, MSc, PhD, DSc, FRSC FAIC	1959–1962
JA Anderson, BSc, MSc, PhD, DSc, LLD, FCIC, FAIC, FRSC	1962–1963
AE Hannah, BSA, MS, PhD	1963–1970
WC McDonald, BSA, MSc, PhD	1970–1979
DG Dorrell, BSA, MSc, PhD	1979–1983
TG Atkinson, BSA, MSc, PhD	1983–

MELITA

Station expérimentale	
JV Parker	1935–1959
(fermé)	

PORTAGE LA PRAIRIE

Station expérimentale	
EM MacKey, BSA	1944–1960
WO Chubb, BSc, DSc	1960–1965
TA Cheney	1965–1981
G Loeppky	1981–

WABOWDEN

Station expérimentale	
VW Bjarnarson, BSA	1955–1957
P Braun, BSA	1957–1965
(fermée)	

SASKATCHEWAN

INDIAN HEAD

Ferme expérimentale	
A Mackay, LLD	1888–1913
TJ Harrison, BSA	1913–1915
WH Gibson, BSA	1915–1919
ND MacKenzie, BSA	1919–1924
WH Gibson, BSA	1924–1949
JG Davidson, BA, BSA, MSA	1949–1952
JR Foster, BSA	1953–1972
RN McIver, BSA	1972–1978
WB Towill, BSA	1979–
Laboratoire d'entomologie forestière	
JJ de Gryse, PhCand	1923–1925
R Stewart	1927–1939
LOT Peterson, BSc, MSc	1939–1957
(fermé, passé à Calgary et à Winnipeg)	
Station des pépinières forestières	
(du ministère de l'Intérieur)	
NM Ross, BSA, BF	1931–1941
J Walker, BSc, MSc	1942–1958
WM Cram, BSA, MS, PhD	1958–1969
(passée au ministère de l'Expansion économique et régionale)	

ROSTHERN

Station expérimentale

WA Munro, BA, BSA	1909–1932
FV Hutton, BSA	1932–1940
(fermée)	

SCOTT

Station expérimentale

RE Everest, BSA	1911–1914
MJ Tinline, BSA	1914–1924
V Matthews, BSA	1924–1928
GD Matthews, BSA	1928–1959
RG Savage, BSA, MSc	1960–1964
CH Keys, BSA	1964–1977
KJ Kirkland, BSA, MSc	1978–

SASKATOON

Laboratoire d'entomologie

AE Cameron, MA, DSc, FES	1917–1921
KM King, BSc, MSc, PhD	1922–1945
AP Arnason, BSc, MSc, PhD	1946–1952
H McDonald, BSA, MSc, PhD	1952–1957
(passé au laboratoire du Service des sciences)	

Laboratoire de pathologie végétale

WP Fraser, MA, MA, LLD	1919–1925
GB Sanford, BSA, MS, PhD	1925–1927
PM Simmonds, BSA, MS, PhD	1928–1957
(passé au laboratoire du Service des sciences)	

Relevé pédologique

HC Moss, BSA, MSc	1929–1959
JS Clayton, BSA, MSc	1959–1967
DF Acton, BSA, MSc, PhD	1967–

Laboratoire des cultures fourragères du Dominion

TM Stevenson, BSA, MSc, PhD, FAIC	1932–1938
WJ White, BSA, MSc, PhD	1939–1956
JL Bolton, BSA, MSc, PhD	1956–1957
(passé au laboratoire du Service des sciences)	

Laboratoire de pathologie forestière

CG Riley, BSA, MF, PhD	1948–1960
(passé au ministère de la Foresterie)	

Laboratoire du Service des sciences

MW Cormack, BSA, MSc, PhD, FRSC, FAIC	1957–1959

Station de recherches

MW Cormack, BSA, MSc, PhD, FRSC, FAIC	1959–1964
JER Greenshields, BSA, MSc, PhD, FAIC	1964–1979
JR Hay, BSA, MS, PhD	1981–

SWIFT CURRENT

Station expérimentale	
JG Taggart, CBE, BSA, DSc, FAIC	1921–1934
LB Thomson, OBE, BSc, FAIC	1935–1948
GN Denike, BSA	1948–1965
(passée à la Station de recherches)	
Laboratoire de recherches sur les sols (financé par l'ARAP)	
JL Doughty, BSA, MSc, PhD	1936–1957
(passé à la Station expérimentale)	
Station de recherches	
JE Andrews, BSA, MS, PhD, FAIC	1965–1969
AA Guitard, BSc, MSc, PhD, FAIC	1969–1978
WL Pelton, BSA, MSA, PhD	1978–1983
DM Bowden, BSc, MSc, PhD	1983–1985
	1986–

REGINA

Station expérimentale	
WS Chepil, BSA, MSc	1931–1936
J Cameron, BSA	1936–1945
JR Foster, BSA	1945–1953
HW Leggett, BSc, BSA	1953–1962
(passée à la Station de recherches)	
Station de recherches	
JR Hay, BSA, MS, PhD	1962–1980
J Dueck, BSA, MSc, PhD	1981–

SUTHERLAND

Station des pépinières forestières	
(du ministère de l'Intérieur)	
J McLean	1931–1941
WL Kerr, BSA, MSc	1941–1962
(fermée)	

MELFORT

Station expérimentale	
MJ McPhail, BSA	1935–1948
HE Wilson, BSA	1948–1960
WN MacNaughton, BSc, MSc, PhD	1960–1966
Station de recherches	
SE Beacom BSc, MSc, PhD	1966–

ALBERTA

LETHBRIDGE

Station expérimentale

WH Fairfield, OBE, BSA, MS, LLD, FAIC	1906–1945
AE Palmer, BSc, MSc, FAIC	1945–1953
H Chester, BSA	1953–1959
(passée à la Station de recherches)	

Laboratoire d'entomologie

EH Strickland, MS, DSc	1913–1921
HL Seamans, BSc, MSc, PhD	1921–1944
GF Mason, BSc, MSc	1944–1948
CW Farstad, BSc, MSc, PhD	1948–1949
(passé au laboratoire du Service des sciences)	

Institut de recherches sur les épizooties (Région de l'Ouest)

(de la Direction générale de la santé des animaux)	
LM Heath, BVSc, DVSc	1937–1938
R Gwatkin, DVM, DVSc	1938–1945
RC Duthie, BVSc, DVSc	1946–1952
(passé au Service de la production)	

Laboratoire d'entomologie du bétail

RH Painter, BSA, MSc	1946–1949
(passé au laboratoire du Service des sciences)	

Laboratoire du Service des sciences

WC Broadfoot, BS, MS, PhD	1949–1959
(passé à la Station de recherches)	

Station de recherches

TH Anstey, BSA, MSA, PhD, FAIC	1959–1969
JE Andrews, BSA, MS, PhD, FAIC	1969–1981
DG Dorrell, BSA, MSc, PhD	1983–

LACOMBE

Station expérimentale

GGH Hutton, BSA	1907–1919
FH Reed, BSA	1920–1946
GE DeLong, BSA, MSc	1946–1955
JG Stothart, DSO, BSA, MSc, FAIC	1955–1959
(passée à la Station de recherches)	

Station de recherches

JG Stothart, DSO, BSA, MSc, FAIC	1959–1976
FJ Kristjansson, BSA, MSA, PhD	1976–1979
DE Waldern, BSA, MSA, PhD	1980–

FORT VERMILION

Station expérimentale	
FS Lawrence	1907
R Jones	1908–1933
A Lawrence	1933–1944
VJ Low	1944–1956
CH Anderson, BSc, MSc	1956–1963
AG Kusch, BSc, BSA, MSc	1963–1965
B Siemans, BSA, MSc	1965–

BEAVERLODGE

Station expérimentale	
WD Albright, LLD	1915–1944
EC Stacey, BA, MSc	1944–1962
(passée à la Station de recherches)	
Station de recherches	
AA Guitard, BSc, MSc, PhD, FAIC	1962–1969
LPS Spangelo, BSA, MSc, PhD	1969–1985
JD McElgunn, BS, MS, PhD	1985–

WAINWRIGHT

Station de Cattalo	
(avec la collaboration du ministère de l'Intérieur)	
J Wilson	1919–1922
AG Smith	1922–(1935)
AS McLellan	(1942)–1950
(passée à Manyberries)	

EDMONTON

Laboratoire de pathologie végétale	
GB Sanford, BSA, MS, PhD	1927–1955
LE Tyner, BSc, MSc, PhD	1955–1964
(passé à Lacombe et London)	
Relevé pédologique de l'Alberta	
WE Bowser, BSA, MSc, PhD	1936–1968
TW Peters, BSA, MSc	1968–1974
WW Pettapiece, BSc, MSc, PhD	1974–

MANYBERRIES

Station expérimentale sur les parcours	
LB Thomson, OBE, BSA, FAIC	1927–1939
HJ Hargrave, BSA, FAIC	1939–1947
HF Peters, BSA, MS, PhD	1948–1964
(passée à la Station de recherches de Lethbridge)	

CALGARY

Laboratoire d'entomologie forestière
- GR Hopping, BScF, MSc — 1948–1952
  (passé au laboratoire de biologie forestière)

Laboratoire de pathologie forestière
- VJ Nordin, BA, BScF, PhD — 1951–1952
  (passé au laboratoire de biologie forestière)

Laboratoire de biologie forestière
- GR Hopping, BScF, MSc — 1952–1960
- GP Thomas, BA, BScF, MF, PhD — 1960
  (passé au ministère de la Foresterie)

RALSTON

Laboratoire d'entomologie
- H Hurtig, BSc, PhD, FAIC — 1948–1956
  (fermé)

VAUXHALL

Division du drainage de l'ARAP
- EA Olafson, BE, BSc, MSE, PhD — 1949–1952
- CD Stewart, BSA, MSc, PhD — 1952–1956
- EA Olafson, BE, BSc, MSc, PhD — 1956–1960
  (passée à la Station de recherches de Lethbridge)

Station d'irrigation
- WL Jacobson, BSA — 1953–1958
- LE Lutwick, BSc, MSc, PhD — 1958–1959
  (passée à la Station de recherches de Lethbrige)

VEGREVILLE

Station des sols solonetziques
- RR Cairns, BSA, MSc, PhD — 1957–1979
- MR Carter, BSA, MSA, PhD — 1981–1982
- JR Pearen, BSA, MSA — 1983–

YUKON ET TERRITOIRES DU NORD-OUEST

MILE 1019, Route de l'Alaska

Station expérimentale
- JW Abbott — 1945–1956
- WH Hough, BSA, MSc — 1957–1959
- HJ Hortie, BSc, MSc — 1960–1964
- JY Tsukamoto, BSc, MSc — 1964–1969
- JRM Tait — 1969–1970
  (fermée)

FORT SIMPSON

Station expérimentale

JA Gilbey, BSA, MSc	1947–1960
WA Russell, BSA	1960–1969
AJ Tosh	1969–1970
(fermée)	

WHITEHORSE

Relevé pédologique

CAS Smith, BSc, MSc	1982–

COLOMBIE-BRITANNIQUE

AGASSIZ

Ferme expérimentale

TA Sharpe	1889–1911
PH Moore, BSA	1911–1916
WH Hicks, BSA	1916–1953
MF Clarke, BSA, MSA, PhD	1953–1959
(passée à la Station de recherches)	

Laboratoire d'entomologie

RC Treherne, BSA	1912–1916
AB Baird, BSA, MS	1917–1921
R Glendenning	1925–1953
(passé à Chilliwack)	

Laboratoire de pathologie végétale

W Newton, BSA, MSA, PhD	1927
(passé à Vancouver)	

Station de recherches

MF Clarke, BSA, MSA, PhD	1959–1972
JE Miltimore, BSA, MSc, PhD	1973–1985
JM Molnar, BSA, MSc, PhD	1985–

SAANICHTON

Station expérimentale

S Spencer	1912–1915
L Stevenson, BSA, MS	1915–1921
EM Straight, BSA	1921–1941
JJ Woods, BSA, MSA	1941–1960
(passée à la Station de recherches)	

Laboratoire de pathologie végétale

W Newton, BSA, MSA, PhD	1929–1958
WR Orchard, BA, MSA	1958–1960
(passé à la Station de recherches)	

Laboratoire de pathologie animale
EA Bruce, VS — 1937–1952
(passé au Service de la production)

Station de recherches
H Andison, BSA — 1961–1977
JM Molnar, BSA, MSc, PhD — 1977–1985
1985–

INVERMERE

Station expérimentale
GE Parham — 1913–1919
RG Newton, BSA — 1919–1928
(passée à Windermere)

SUMMERLAND

Station expérimentale
RH Helmer — 1914–1923
WT Hunter, BSA — 1923–1931
RC Palmer, BSA, MSA, DSc, FAIC — 1931–1951
TH Anstey, BSA, MSA, PhD, FAIC — 1951–1958
CJ Bishop, BSc, AM, PhD, DSc, FRSC, FASHS, FAIC — 1958–1959
(passée à la Station de recherches)

Laboratoire de pathologie végétale
HR McLarty, BA, MA, PhD, FAIC — 1921–1956
MF Welsh, BSA, PhD — 1956–1959
(passé à la Station de recherches)

Laboratoire d'entomologie
J Marshall, BSA, MSc, PhD — 1945–1959
(passé à la Station de recherches)

Laboratoire de chimie
JM McCarthur, BA, MA, PhD — 1948–1959
(passé à la Station de recherches)

Station de recherches
CC Strachan, BSA, MSc, PhD — 1959–1970
DV Fisher, BSA, MSA, PhD — 1971–1975
GC Russell, BSc, MSc, PhD — 1975–1985
DM Bowden, BSc, MSc, PhD — 1985–

VERNON

Laboratoire d'entomologie
RC Treherne, BSA — 1915–1922
ER Buckell, BSc — 1922–1939
J Marshall, BSA, MS, PhD — 1939–1945
(passé à Summerland et Kamloops)

Laboratoire d'entomologie forestière

R Hopping	1918–1939
GR Hopping, BScF, MSc	1940–1947
WG Mathers, BSA, MS	1947–1957
DA Ross, BSA, MSc, PhD	1957–1960
(passé au ministère de la Foresterie)	

VICTORIA

Laboratoire des insectes des fruits

W Downes	1919–1946
H Andison, BSA	1946–1959
(passé à la Station de recherches de Saanichton)	

Laboratoire des insectes des grandes cultures

KM King, BSc, MSc, PhD	1946–1957
(passé à la Station de recherches de Vancouver)	

Laboratoire d'entomologie forestière

ML Prebble, BScF, MSc, PhD	1940–1945
HA Richmond, BSF, MSc, PhD, FCIF	1945–1955
(passé au laboratoire de la biologie forestière)	

Laboratoire de pathologie forestière

JE Bier, BScF, MA, PhD	1940–1947
RE Foster, BA, BScF, PhD	1947–1955
(passé au laboratoire de biologie forestière)	

Laboratoire de biologie forestière

RR Lejeune, BSA, MSc	1955–1960
(passé au ministère de la Foresterie)	

VANCOUVER

Laboratoire d'entomologie forestière

GR Hopping, BScF, MSc	1925–1934
WG Mathers, BSA, MS	1934–1940
(passé à Vernon)	

Laboratoire de pathologie végétale

W Newton, BSA, MSA, PhD	1928
(passé à Saanichton)	
RE Fitzpatrick, BSA, PhD	1946–1959
(passé à la Station de recherches)	

Relevé pédologique

RH Spilsbury, BSA, MSA	1931–1938
L Farstad, BSA, MSA	1939–1975
T Lord, BSA	1975–1985
DE Moon, BSc, PhD	1985–

Laboratoire d'entomologie
JH McLeod, BSc, MSc 1948–1955
HR MacCarthy, BA, PhD, FESC 1955–1959
(passé à la Station de recherches)

Laboratoire de pathologie animale
IW Moynihan, DVM, MSc 1948–1952
(passé au Service de la production)

Laboratoire de chimie
ME Reichmann, MSc, PhD 1955–1959
(passé à la Station de recherches)

Laboratoire des produits entreposés
JH Follwell, BSA, MSA 1949–1952
P Zuk, BA 1952–1959
(passé à la Station de recherches)

Station de recherches
REF Fitzpatrick, BSA, PhD 1959–1971
M Weintraub, BA, PhD, FNYAS 1971–

WINDERERE

Station expérimentale
RG Newton, BSA 1928–1940
(fermée)

KAMLOOPS

Laboratoire des insectes ayant une importance vétérinaire et médicale
E Hearle, BSA, MSc 1928–1934
GJ Spencer, BSA, MSc, FAAAS, FAAEE 1934–1936
GA Mail, BSc, MSc 1937–1943
JD Gregson, BA, MSc 1944–1954
(passé au laboratoire d'entomologie)

Station expérimentale
EW Tisdale, BSc 1935–1939
TG Willis, BSA, MSA, FAIC 1942–1962
(passée à la Station de recherches)

Laboratoire des insectes des grandes cultures
ER Buckell, BA 1939–1949
RH Handford, BSA, MSc, PhD 1949–1954
(passé au laboratoire d'entomologie)

Laboratoire d'entomologie
RH Handford, BSA, MSc, PhD 1955–1962
(passé à la Station de recherches)

Station de recherches
RH Handford, BSA, MSc, PhD 1962–1970
JE Miltimore, BSA, MSA, PhD 1970–1973

DE Waldern, BSA, MSA, PhD	1973–1978
WK Dawley, BSc	1978
JD McElgunn, BS, MS, PhD	1980–1985
JA Robertson, BSA, MSc,PhD	1985–

SMITHERS

Station expérimentale	
K MacBean, BSA	1937–1947
WT Burns, BSA, MSc	1948–1954
RG Savage, BSA, MSc	1955–1960
(fermée en 1969)	

MILNER

Laboratoire de pathologie animale	
JC Bankier, DVM	(1939)–1943
(fermé)	

PRINCE GEORGE

Station expérimentale	
RG Newton, BSA	1940–1945
FV Hutton, BSA	1945–1954
WT Burns, BSA, MSc	1954–1965
WK Dawley, BSc	1966–1978
WL Pringle, BSA, MSF	1979–

CRESTON

Station expérimentale	
GR Thorpe, BSA	1940–1946
FM Chapman, BSc, MSc	1946–1968
(passée à la Station de recherches de Summerland)	
Laboratoire de pathologie végétale	
JM Wilkes, BS, PhD	1957–1967
(passé à la Station de recherches de Summerland)	
Laboratoire d'entomologie	
WHA Wilde, BA, MSc, PhD	1957–1967
(passé à la Station de recherches de Summerland)	

CHILLIWACK

Laboratoire d'entomologie	
HG Fulton, BSA	1953–1958
(passé à la Station de recherches de Vancouver)	

ANNEXE III
EXTRAITS DE DOCUMENTS MARQUANTS

1. Acte concernant les stations agronomiques

La Direction générale de la recherche exerce ses activités en vertu de l'Acte pour organiser le Département de l'Agriculture, sanctionné le 22 mai 1868. Dans les pages suivantes, figure la copie de l'Acte concernant les stations agronomiques sanctionné le 2 juin 1886. Les renvois en bas des pages présentent quelques-unes des modifications apportées avec le temps, surtout à cause du développement du Canada. Dans ses grandes lignes, l'Acte est resté presque inchangé depuis 1886. On peut le consulter dans les Statuts révisés du Canada, 1970, vol. III, page 2887.

452

STATUTS DU CANADA
CHAPITRE 57

Acte concernant les stations agronomiques. A.D. 1886.

SA Majesté, par et avec l'avis et le consentement du Sénat et de la Chambre des Communes du Canada, décrète ce qui suit:-

1. Le présent acte peut être cité sous le titre: *Acte des stations agronomiques.* 49 V., c. 23. art. 1.

2. Dans le présent acte, à moins que le contexte n'exige une interprétation différente,—

(a) L'expression "le ministre" signifie le ministre de l'Agriculture;

(b) L'expression "station" signifie une station agronomique établie en vertu des dispositions du présent acte. 49 V., c. 23, art. 2.

3. Le Gouverneur en conseil pourra établir; premièrement, une station agronomique pour les provinces d'Ontario et de Québec conjointement; secondement, une pour les provinces de la Nouvelle-Ecosse, du Nouveau-Brunswick et de l'Ile du Prince-Edouard, conjointement; troisièmement, une pour la province du Manitoba; quatrièmement, une pour les territories du Nord-Ouest du Canada[1]; cinquièmement, une pour la province de la Colombie-Britannique[2]; et la station pour les provinces d'Ontario et de Québec conjointement sera la station principale ou centrale. 49 V., c. 23, art. 3.

[1]S.R. 1906 c. 73, modifié par : quatrièmement, une pour les provinces de la Saskatchewan et d'Alberta et pour les Territoires du Nord-Ouest conjointement;
[2]S.R. 1949, c. 6, art. 12, ajouter : la province de Terre-Neuve.

4. Le Gouverneur en conseil pourra, dans le but d'établir ces stations acquérir par achat une étendue de terrain n'excédant pas cinq cents acres[3], dans le voisinage du siège du gouvernement, pour la station centrale, et une étendue de terrain n'excédant pas trois cents acres[4], dans l'une ou l'autre des provinces de la Nouvelle-Ecosse, du Nouveau-Brunswick ou de l'Ile du Prince-Edouard, et une même étendue de terrain dans la province de la Colombie-Britannique, pour les stations en second et en cinquième lieux mentionnées dans l'article précédent; et le Gouverneur en conseil pourra, dans le même but, réserver dans le Manitoba et dans les territoires du Nord-Ouest[2] du Canada, telles étendues de terres disponibles et inoccupées, appartenant au Canada, qui seront nécessaires pour les stations en troisième et quatrième lieux mentionnées dans l'article précédent; mais, dans chacun de ces cas, l'étendue de terres publiques ainsi réservées ne dépassera pas une section.

2. Le Gouverneur en conseil pourra aussi réserver, dans la province du Manitoba et dans cette partie de la province de la Colombie-Britannique désignée sous le nom de zone du chemin de fer, une étendue ou des étendues de terre n'excédant pas dix sections dans chacune de ces provinces et dans chacun des quatre districts provisoires des territoires du Nord-Ouest définis par arrêté du Gouverneur en conseil et connus sous les noms d'Assiniboia, Alberta, Saskatchewan et Athabasca, une étendue ou des étendues de terre n'excédant pas dix sections, dans le but d'y planter et cultiver des arbres. 453

3. Pour l'acquisition des terres requises pour les fins du présent acte, tous les pouvoirs relatifs à l'acquisition et à l'expropriation de terrains conférés par l'*Acte des expropriations*, sont par le présent conférés au ministre, et toutes les dispositions du dit acte qui ont rapport à l'indemnité à payer pour les terrains acquis sous son empire, s'appliqueront aux terres acquises en vertu des dispositions du présent acte. 49 V., c. 23, art. 4.

5. Les dites stations seront placées sous le contrôle et la régie du ministre, sauf les règlements qui seront faits, de temps à autre par le Gouverneur en conseil; et le Gouverneur en conseil pourra nommer[5] un directeur et tels officiers et employés qui seront nécessaires pour chaque station. 49 V., c. 23, art. 5.

6. Le Gouverneur en conseil pourra fixer la rétribution du directeur et des officiers et employés à chaque station; et cette rétribution, ainsi que toutes les dépenses qu'entraînera la mise à exécution du présent acte, seront payées à même tous deniers votés par le parlement à cet effet. 49 V., c. 23, art. 6.

---

[3]S.R. 1906, c. 73, ajouter : Saskatchewan et Alberta.
[4]S.R. 1928, c. 25, supprimer : restrictions imposées aux étendues de terrain et ajouter : faire l'acquisition d'autres étendues de terrain nécessaires à l'établissement d'autres stations agronomiques.... dans la mesure où cette acquisition est jugée souhaitable et conforme à l'intérêt public.
[5]S.R. 1927, c. 61, art. 7 : Conformément aux dispositions de la Loi sur le service civil, le texte a été modifié par : ...être nommés en la manière prescrite par la loi,...

7. Les officiers de chaque station qui seront chargés de ces fonctions par le ministre, devront—

(a) Faire des recherches et vérifier les expériences destinées à constater la valeur relative, sous tous rapports, des différentes races d'animaux, et leur adaptabilité aux diverses conditions climatériques et autres qui règnent dans les différentes provinces et dans les territoires du Nord-Ouest;

(b) Etudier les questions économiques qui se rattachent à la production du beurre et du fromage;

(c) Eprouvez les mérites, la vigueur et l'adaptabilité des variétés nouvelles ou non-essayées de blé et d'autres céréales et des récoltes des champs des graminées et plantes fourragères, des fruits, légumes, plantes et arbres, et distribuer parmi les personnes engagées dans la grande culture, l'horticulture ou la culture des fruits, aux conditions qui seront prescrites par le ministre, des échantillons des produits de surplus que l'on considérera spécialement dignes
454 d'introduction;

(d) Analyser des engrais, naturels ou artificiels, et faire des expériences avec ces engrais, afin de constater leur valeur comparative lorsqu'ils sont appliqués à des cultures de différentes espèces;

(e) Etudier la composition et la digestibilité des aliments destinés aux animaux domestiques:

(f) Faire des expériences dans la plantation d'arbres propres aux bois de construction ou à l'ombrage;

(g) Etudier les maladies auxquelles sont sujettes les plantes et les arbres cultivés, et aussi les ravages des insectes destructeurs, et constater et essayer les moyens préventifs et remèdes les plus utiles dont il faut faire usage dans chaque cas.

(h) Etudier les maladies auxquelles les animaux domestiques sont sujets;

(i) Constater la vitalité et la pureté des graines agricoles; et—

(j) Faire toutes autres expériences et recherches se rattachant à l'industrie agricole du Canada, qui seront approuvées par le ministre. 49 V., c. 23, art. 7.

8. L'officier en charge, ou tel autre officier de chaque station que désignera le ministre, devra, afin de donner une utilité immédiate aux résultats des travaux qui s'y feront, préparer et transmettre au ministre, par l'intermédiaire du directeur, pour publication, au moins une fois tous les trois mois, un bulletin ou rapport de progrès. 49 V., c. 23, art. 8.

9. Ces bulletins ou rapports, ainsi que tous les échantillons de grains, et les plantes et autres produits désignés par le ministre, qui seront distribués pour expérience ou essai, seront transmis dans les malles du Canada, suivant les règlements passés pour la transmission des colis postaux par le maître général de Postes. 49 V., c. 23, art. 9.

10. L'officier en charge de chaque station préparera et transmettra au ministre, par l'intermédiaire du directeur, le ou avant le trente-unième jour de décembre de chaque année, un compte rendu complet et détaillé du travail accompli, ainsi que des revenus et dépenses à cette station. Chaque compte rendu sera soumis aux deux chambres du parlement dans les vingt et un premiers jour de chaque session. 49 V., c. 23, art. 10.

2. Formation de la Direction générale de la recherche

Le Dr Robert Glen, directeur associé du Service des sciences a rédigé le document officiel soumis au ministre de l'Agriculture, au Conseil du Trésor et à la Commission de la Fonction publique où il recommande la création de la Direction générale de la recherche. Dans sa note d'accompagnement du 11 juillet 1958 au Dr J.G. Taggart, sous-ministre, il laisse entendre que «... ce document pourrait fort bien avoir une importance historique...».

Le document s'intitule 455

RECOMMANDATION POUR L'ÉTABLISSEMENT D'UNE DIRECTION GÉNÉRALE DE LA RECHERCHE[1] AU SEIN DU MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE DU CANADA

Depuis plusieurs années, la création d'un seul organisme de recherche au sein du ministère de l'Agriculture a fait couramment l'object de discussions officieuses. Plus récemment, cette question a été au premier plan des préoccupations des fonctionnaires supérieurs du Service des fermes expérimentales et du Service des sciences. Le 26 juin 1958, lors d'une réunion convoquée par le sous-ministre de l'Agriculture, des représentants de la Commission de la Fonction publique et du Conseil du Trésor ont examiné la question en profondeur et approuvé la préparation d'un document officiel en vue de prendre une décision administrative en la matière. (Le procès-verbal de cette réunion figure en annexe A.) Le présent mémoire a été préparé à cette fin et contient une proposition et une recommandation précises.

La proposition

Il est proposé:

1. Qu'une direction générale de la recherche soit établie au ministère de l'Agriculture du Canada à compter du 1er avril 1959;

2. que la direction générale soit en premier lieu formée par la fusion du Service des fermes expérimentales et du Service des sciences (fonctions, personnel et installations actuels) mais qu'il soit possible ultérieurement de transférer à la direction générale les tâches pertinentes actuellement exécutées dans d'autres services du Ministère, par exemple pathologie vétérinaire du Service de la production et économie rurale du Service de la mise en marché; et

[1]Le nom de l'organisation proposée et les titres des fonctionnaires supérieurs du Ministère ne peuvent être établis pour le moment qu'à titre provisoire.

3. que l'organisation de base de la Direction générale de la recherche soit conforme à l'organigramme et au document explicatif ci-joints (annexe C).

Motifs de la réorganisation

1. L'organisation de la recherche telle qu'elle existe de nos jours au sein du Ministère est illogique. Elle ne répond plus à la nature des problèmes à résoudre. Ainsi, pour comprendre la fertilité d'un sol, il faut également en connaître la chimie et la microbiologie tout autant que le type et l'espèce de plante qu'il produit. Mais les recherches relatives aux deux premiers aspects relèvent du Service des sciences et celles concernant les deux derniers, du Service des fermes expérimentales. De même, l'étude de l'élevage, des maladies des animaux et de la vermine relève actuellement de trois administrations distinctes, alors qu'en réalité ces questions ne forment qu'un tout : la production commerciale de viande et de lait d'excellente qualité. Les problèmes de l'agriculteur concernent tout autant le sol que les cultures ou les animaux, mais à l'heure
456 actuelle les ressources de la recherche destinées au règlement de ces questions sont éparpillées et relèvent d'autorités distinctes. Il est urgent que les agents responsables des laboratoires régionaux et de l'administration centrale aient la possibilité de rassembler sous une direction unifiée les spécialistes nécessaires pour aborder nos problèmes majeurs dans une optique globale.

2. L'actuelle organisation de la recherche au sein du Ministère est aussi inefficace sur le plan administratif qu'elle est illogique sur le plan scientifique. Une meilleure utilisation des talents et des propriétés du Ministère pourrait certainement être obtenue par la fusion des deux administrations et par le plus grand partage des installations de recherche qui s'ensuivra. Il importe de noter qu'à l'avenir les laboratoires et les stations doivent être conçus pour un usage commun.

3. L'actuelle proposition ne fait que solliciter la reconnaissance officielle d'une union qui est en train de s'effectuer lentement au niveau du travail par suite des nécessités d'ordre pratique. D'un commun accord, de nombreux chercheurs des deux services collaborent de façon fructueuse, ce qui permet d'utiliser les mêmes installations. Cette tendance s'est accentuée au cours des dernières années et l'intégration des fonctions, du personnel et des installations sous une direction unique a déjà été réalisée à quelques endroits comme Saint-Jean ouest et Saskatoon. Il est temps que l'organisation ministérielle de la recherche reflète davantage les exigences fondamentales des tâches à accomplir et les convictions du personnel.

L'historique est retracé brièvement à l'annexe B.

Objectifs

Dans l'immédiat, la réorganisation proposée a pour objectifs : de placer sous une direction unifiée le personnel de deux services distincts, qui s'occupent actuellement de domaines différents, mais connexes, reliés aux mêmes pro-

blèmes; de les grouper sous une autorité commune et de leur imposer des méthodes administratives uniformes. À long terme, l'objectif consiste à améliorer le programme de recherche du Ministère en accordant la priorité à l'étude des problèmes les plus importants.

Points saillants du projet de restructuration :

Les objectifs peuvent être atteints de la façon suivante :

1. La direction unifiée du programme de recherche serait assurée à différents niveaux de la direction générale par l'intermédiaire :

a) d'un directeur général exerçant son autorité sur l'ensemble des activités;
b) d'une direction centrale du programme, composée de scientifiques détenant des postes supérieurs et chargés d'élaborer et de coordonner tout le programme de recherche et de veiller à la répartition des travaux pour chaque laboratoire et station;
c) d'un directeur de recherche à chaque établissement des régions extérieures (et à chaque laboratoire des bureaux administratifs) responsable de tout le personnel de recherche de cet endroit et, dans la mesure du possible, qui aurait pleine autorité pour exécuter les tâches établies par le bureau chargé de la coordination des programmes.

L'application du point c) placerait immédiatement sous une direction unifiée le personnel des deux services dans plus d'une douzaine de centres de recherche aussi importants que Charlottetown, Kentville, Fredericton, Harrow, Winnipeg, Lethbridge et Summerland.

2. L'établissement d'une direction et de méthodes administratives unifiées de même que la suppression de ces responsabilités pour le personnel scientifique seront assurés par :

a) une direction de l'administration ayant à sa tête un fonctionnaire supérieur assumant l'entière responsabilité de toutes les activités administratives de la Direction générale; et
b) l'affectation d'agents administratifs à chaque centre extérieur.

3. Le lien vital entre la direction du programme et la direction de l'administration serait maintenu par :

a) la présence d'un directeur administratif qui, en plus d'avoir des aptitudes pour l'administration, possédera une solide formation et une vaste expérience en recherche;
b) l'organisation des bureaux administratifs de manière à faciliter la liaison quotidienne entre le directeur de l'administration et le directeur du programme; et
c) le recours à un personnel compétent, chargé d'épargner au directeur de l'administration l'obligation de participer personnellement aux activités courantes de sa direction.

Cette question est traitée plus à fond à l'annexe C, partie III.

4. Une plus grande concentration des efforts sur les principaux problèmes agricoles pourrait être obtenue par :

a) le regroupement des diverses catégories de personnel, mentionné au paragraphe 1 c) ci-dessus, et la mise sur pied de stations et de laboratoires régionaux destinés à étudier en profondeur les problèmes importants de leurs régions respectives;
b) l'attribution de projets nationaux à des laboratoires régionaux spécifiques; et
c) l'établissement progressif d'instituts nationaux de recherche pour travailler principalement sur des recherches fondamentales d'application générale à l'égard de problèmes pratiques d'importance.

Dans la nouvelle direction générale proposée, il n'existe pas d'équivalent aux divisions actuelles de recherche du Service des fermes expérimentales et du Service des sciences. À l'origine, ces divisions semi-autonomes étaient également responsables, à l'intérieur de leur propre domaine, de plusieurs fonctions majeures comme la planification et la coordination des programmes, la direction de la recherche et l'administration des affaires. Des modifications sont intervenues ces dernières années. Mais dans la direction générale proposée, ces fonctions principales sont, dans la mesure du possible, séparées sur le plan opérationnel. Aux bureaux administratifs, les liaisons fonctionnelles sont privilégiées par rapport aux liaisons hiérarchiques; et, dans les régions extérieures, des pouvoirs plus étendus et de plus grandes responsabilités ont été attribués pour l'exécution de la recherche.

Une description détaillée de l'organisation proposée figure en annexe C.

Coûts

Il est impossible, à l'heure actuelle, d'évaluer, le cas échéant, les économies qui seraient réalisées de la fusion proposée. Toutefois, la seule augmentation prévisible des dépenses annuelles concerne quelque vingt postes d'agents supérieurs qui exigeront des salaires plus élevés en raison des responsabilités accrues. Il est peu probable que le coût annuel supplémentaire dépasse 20 000 ou 25 000 $. Étant donné que certains agents reçoivent actuellement un traitement proportionnel aux nouvelles fonctions prévues tandis que d'autres se verront confier des tâches plus lourdes que leurs tâches présentes, il est impossible, avant les nominations, de fournir une estimation plus exacte.

Dans la majeure partie des cas, les classifications existantes pourraient être utilisées dans l'établissement des échelles de salaire appropriées. Les classifications suggérées sont les suivantes:

Titres ministériels provisoires	Catégorie de traitement
Directeur général	?
Directeur général associé	Fonctionnaire supérieur 3
Directeur de l'administration	Fonctionnaire supérieur 2

Directeur du programme	Fonctionnaire supérieur 2
Directeurs associés du programme (5)	Fonctionnaire supérieur 1
Directeurs adjoints du programme (13)	Chef de la Division de la recherche 2

Mesures recommandées

Si la présente proposition est acceptée en principe, les dispositions suivantes devraient être prises immédiatement :

1. Accord de principe avec la Commission de la Fonction publique et le Conseil du Trésor.

2. Une décision finale concernant le nom de la nouvelle organisation et les titres ministériels des fonctionnaires supérieurs.

3. La nomination, au besoin à titre privisoire, du directeur général et des autres personnes clé, comme le directeur général associé, le directeur du programme et le directeur de l'administration, sur lesquels reposera en grande partie la tâche de mettre au point le projet encore à la phase de gestation.

4. Une entente concernant la modification temporaire appropriée dans la structure du crédit financier pour faciliter la préparation du budget de 1959-1960.

5. L'annonce officielle des changements à apporter à l'organisation ministérielle.

Annexes jointes:
A – Compte rendu de la réunion du 26 juin 1958.
B – Notes sur l'évolution de l'organisation de la recherche au sein du Ministère.
C – Description du projet de la nouvelle direction générale

Le 10 juillet 1958.

(Les annexes n'ont pas été jointes en raison de leur longueur.)

ANNEXE IV
RÉSUMÉ DES DÉPENSES ET DES EFFECTIFS—FERMES EXPÉRIMENTALES ET ÉTABLISSEMENTS SUBSÉQUENTS

Année	Indice des prix à la consommation[1]	Dépenses Courantes[2]	Dépenses $ Ajustées[3]	Nombre d'employés[4] Professionnels	Nombre d'employés[4] Total
		milliers	milliers		
1890	9	112	1 243	10	75
1895	10	83	830	9	103
1900	10	90	900	12	113
1905	11	100	909	16	239
1910	11	231	2 100	19	360
1915	10	697	6 970	74	682*a*
1920	19	1 672	8 800	82	690
1925	15	1 698	11 320	118	749
1930	15	2 815	18 767	375	1 290
1935	12	2 337	19 475	295	1 390
1940	13	3 019	23 223	326	1 300*b*
1945	15	3 923	26 153	370	1 570*c*
1950	26	15 297	58 835	971	4 276
1955	23	18 935	82 326	1 249	4 259*d*
1960	26	21 885	84 174	1 023	3 835*e,f,g*
1965	28	32 593	116 403	964	3 583
1970	34	47 753	140 451	899	3 293
1975	48	95 633	199 232	864	3 222
1980	73	138 714	190 024	923	3 650
1985		263 267[5]	263 267	948	3 638
Total[6]		3 254 270	6 277 010		

[1]L'indice des prix à la consommation (IPC 1984100) a été fourni par Statistique Canada. De 1890 à 1910 les estimations ont été calculées en prenant la moyenne des salaires du directeur, du chef de la phytopathologie, du régisseur de la ferme expérimentale, du contremaître de ferme, et des charretiers.

[2]Les données en dollars courants représentent la somme des dépenses vérifiées des fermes expérimentales, de la Direction générale de l'entomologie, du Service des sciences, et de la Direction générale de la recherche, selon le cas.

[3]Dollars ajustés à la valeur du dollar de 1984.

[4]L'effectif est calculé en années-personnes à partir des rapports du Vérificateur général et du budget. On a employé autant que possible des données vérifiées. Toutefois, les méthodes de présentation utilisées par le Vérificateur général et pour le budget ont varié au cours du siècle en question et par conséquent, les données d'années ne sont pas strictement comparables. Les données de 1980 et de 1985 ont été tirées des dossiers de la Direction générale.
[5]Estimation et non dépenses.
[6]Les totaux représentent les sommes mathématiques multipliées par cinq, et sont par conséquent des estimations.
(a)Inclut les employés de la Direction générale de l'entomologie et ceux qui ont été embauchés aux termes de la Loi sur les insectes destructeurs et les ravageurs promulguée en 1914.
(b) À partir de 1937, sont inclus les employés du Service des sciences dont faisaient partie l'Entomologie et la Pathologie vétérinaire.
(c)Inclut la Protection des végétaux qui a été rattachée au Service des sciences en 1942.
(d)Exclut la Pathologie vétérinaire qui a été rattachée au Service de production en 1953.
(e)Exclut la Protection des végétaux qui a été rattachée au Service de production en 1957.
(f) Fusion des fermes expérimentales et du Service des sciences pour former la Direction générale de la recherche en 1959.
(g)La Biologie forestière a été rattachée au ministère des Forêts en 1960.

INDEX

Direction générale de la recherche
Agriculture Canada
1886–1986

Index des noms

Seuls les noms des personnes qui apparaissent dans les listes bibliographiques ou dans les annexes ne font pas partie de cet index.

Abbott, J.W., 94
Adamson, R.M., 157
Ainsworth, L., 222
Aitken, J.R., 117
Albright, W.D., 94, 299
Allan, R.J., 340
Allen, H.T., 250
Anderson, C.H., 142
Anderson, D.T., 142, 357
Anderson, J.A., **106**, 107–111, 113, 114
Anderson, J.R., 18
Andrews, J.E., 120, **123**, 248, 410
Angers, Hon. A.R., 297
Anstey, T.H., 114, 119, 120, 400
Archibald, E.S., 33, 46, 47, 52, 53, 61, 64, 69, 80, **86**, 89, 92, 94, 136–138, 141, 159, 160, 200, 270, 379, 400
Aref, M.M., 389
Armstrong, J.M., 269, 278
Arnason, A.P., 58, 114, 323
Arsenault, W.J., 298
Atkinson, F.E., 379, 382
Atkinson, H.J., 153
Atkinson, T.G., 190

Baenziger, H., 269, 272
Bagnall, R.H., 331
Baier, W., 124
Bailey, C.F., 280, 282
Bailey, D.L., 244
Bailley, H., 289
Baird, A.B., 60
Baird, W.W., 159, 280
Balch, R.E., 59, 60, 317
Ballantyne, J.P.S., 300
Bark, D.H., 170
Barnes, S., 92, 140
Barnet, W.A., 34
Barry, S.C., 105, 107, 108, 401, 402
Barton, G.S.H., 53, 63, 65, 67, 71, 75, 77–80, 85, 99, 106, 122, 401
Bassett, I.J., 339
Baum, B.R., 251
Beacom, S.E., 206
Beaulieu, A.A., 310
Bedford, S.A., **13**
Bendelow, V.M., 255
Berkeley, G.H., 330
Berkenkamp, W.B., 272
Bernier, R., 364
Bethune, C.J.S., 22, 313
Bird, F.T., 317
Bird, R.D., 58
Birdseye, C., 379
Bishop, C.J., 111, 285
Blair, D.S., 284
Blair, W.M., **13**, 16, 153
Blair, W.S., **16**, 21, 293
Bole, J.B., 174
Bolton, J.L., 271
Booth, J.R., 12, 52
Bordeleau, L., 189
Bowren, K.E., 142
Boyce, H.R., 78
Boyd, M.M., 200
Brach, E.J., 367, 387
Bradley, R.H.E., 333
Bramhill, G.G., 46, 294
Brittain, W.H., 285, 314
Britton, D., 382
Broadfoot, W.C., 79, 327
Bromfield, E.S.P., 190
Brouillard, C.F., 121
Brown, D.A., 142
Brown, W., 6
Brown, W.J., 63
Brundrett, E., 185
Buchannon, K.W., 254
Buckland, G., 7
Buckley, A.R., 293
Buckley, G.F.H., 266, 270
Buckley, W.T., 212
Burrell, Hon. M., 43, 45, 401
Burrows, V.D., 250, 251
Buttery, B.R., 262

Calhoun, E.W., 38
Cameron, A.E., 323
Cameron, C.D.T., 153
Campbell, Hon. Sir A., 12
Campbell, A.B., 244, 245, 361
Capcara, J., 259
Carleton, M.A., 31
Carling, Hon. Sir J., 6, 7, 12, 45
Carman, G.M., 89, 220, 224, 406
Caron, J.C., 384
Carson, R., 311
Carson, R.B., 150, 213

Carter, R.C., 220
Cartier, J., 39
Cartier, J.J., **119**, 120, 122, 124, 400
Castell, A.G., 212
Cation, D., 330
Chagnon, S.J., 219
Chan, A., 118
Chancey, H.W.R., **95**, 121
Chapais, J.C., 4
Chaplin, C.E., 114
Charlan, F., 33, 297
Charron, A.T., 146
Cheng, K.J., 209, 210
Chepil, W.S., 140, 339
Cherewick, W.J., 357
Chernov, V.A., 154
Chevalier, O., 344
Chiang, M.S., 267
Chiko, A.W., 334
Childers, W.R., 269, 275–277
Childs, T., 74
Chinn, S.H.F., 328
Chiykowski, L.N., 335
Choo, T.-M., 272
Clancy, D.W., 312
Clark, J.A., **37**, 253
Clark, J.S., 137, 410
Clark, R.V., 254
Clarke, M.F., 276
Clarke, S.E., 49, 271, 272, 276
Cole, E.F., 332
Conners, I.L., 47
Cook, W.H., 79
Cooke, D.A., 259, 274, 276
Cormack, M.W., 79, 271, 327
Costerton, J.W., 210
Cowan, P.R., 253, 255
Craig, B.M., 257
Craig, D.L., 288, 293
Craig, J., 24, 25, 297
Craigie, J.H., 47, **71**, 244
Cram, W.H., 91
Crawford, H.G.M., 57, 73
Crerar, Hon. T.A., 46
Criddle, N., 57, 58, 307, 308, 338
Crossley, J.H., 293
Cumming, D., 384
Cunningham, C.G., 329
Cunningham, R.H., 361
Curwood, J.O., 4

Dalton, C., 232
Daubeny, H.A., 287, 288, 335
Davies, D.H., 377
Davies, H.T., 281
Davis, Hon. Sir L.H., 12
Davis, M.B., **86**, 96, 282, 404
Deakin, A., 196, 234
DeBouverie, M., 407
de Gryse, J.J., 59, 60, 80, 81
de la Roche, I.A., 124, 215, 256
Denike, G.N., 363
Derek, R.A., 250
Dessureaux, L., 269
De Verber, Sen. L.G., 36
Dias, H.F., 334
Dimmock, F., 262, 265, 267
Donovan, L.S., 263, 267
Dougherty, R.W., 210
Doughty, J.L., 92, 139, 140
Downey, R.K., 115, 258, 259, 261
Downing, C.G.E., 118, 369
Dubuc, J.P., 252, 255
Dufour, J.J., 222
Dyck, F.B., 175, 358
Dyck, P.C., 245

East, E.M., 265
Eastham, J.W., 330
Eaves, C.A., 376
Edminster, T.W., 408
Ehrlich, W.A., 137
Eidt, C.C., 379
Elford, F.C., 224, 228
Elliott, C.R., 272, 277
Elliott, J.A., 89
Elson, C.M., 377
Emmons, D.B., 390
Emslie, A.G.R., **72**, 82

Fairfield, W.H., 35, 36, 39, 139, 140, 143, 170, 189
Faris, M.A., 269
Farstad, C.W., 58, 75, 79, 311
Fedak, G., 254
Fejer, S.O., 254
Fellows, M., 12
Ferguson, W.S., 118
Fife, D., 242
Fiser, P.S., 222
Fisher, D.V., 333, 376
Fisher, R.A., 355
Fisher, Hon. S.A., 36, 297
Fitzpatrick, R.E., 332
Fixter, J., 12, 22, 31, 45
Fleischmann, G., 117, **120**, 251
Fletcher, H.F., 157
Fletcher, J., 5, 6, 21, 22, **23**, 24, 58, 279, 310, 313, 319, 336, 337, 400
Forgan, W., 37
Forrest, G.W., 16
Fortier, P., 46, 281, 300

Fortier, V., 227
Fortin, A., 218, 222
Fox, J., 387
Frank, J., 118
Frankel, O., 310
Frankton, C., 339
Fraser, J.G.C., 243, 246
Fredeen, F.J.H., 323
Fredeen, H.T., 200, 202, 216, 218, 386, 387
Freeman, J.A., 157, 287, 334
Fulcher, R.G., 256
Fuleki, T., 381

Gallagher, G., 185
Galt, E.T., 36
Gardiner, Hon. J.G., 54, 74, 75, 80, 85, 405
Gasser, H., 95, 300
Gautier, F., 252
Gavora, J.S., 227
Gfeller, F., 243, 246, 248
Gibb, C., 6, 23, 342
Gibson, A., 23, 55, 56, 57, 58, 61, 64, 75
Giesbrecht, J., 267
Giffard, R., 3
Gigault, G.A., 5, 7, 45
Gilbert, A.G., **28**, 29, 224, 227
Gilbey, J.A., **93**, 94
Gill, C.C., 334
Glassco, J.G., 107
Glen, R., 58, 73, 75, 79, 80, 81, 96, 101, 102, 105, 106, 110, 111, 113
Godfrey, W., 291
Gooderham, C.B., **44**
Goplen, B.P., 209, 210, 271
Gorham, R.P., 281
Goulden, C.H., 47, 72, 76, 79, **96**, 97, 99–102, 105, 107, 244, 246, 249, 355, 359, 400
Gowe, R.S., 215, 226
Grant, M.N., 248
Gray, E.H., 63
Green, G.J., 245
Green, I.J., 95
Greenshields, J.E.R., 270
Grisdale, J.H., **33**, 40, 41, 43, 45, 47, 49, 52, 53, 60, 63, 85, 122, 218, 253, 269, 400
Guignard, J.A., 23, 56
Guitard, A.A., **120**, 123
Gunn, C.K., 234
Gupta, U.C., 152, 155
Güssow, H.T., **24**, 43, 51, 52, 61, 67, 71, 252, 282, 324, 409
Gutteridge, H.S., 89, 224

Hackett, A.J., 222
Hallat, V., 12
Halstead, R.L., 122, 124
Hamilton, Hon. A., 109, 202
Hamilton, D.G., **96**, 102, 107, 108, 114, 119, 120, 249, 254
Hamilton, E.W., 382
Hamilton, L.S., 153
Hamilton, R.I., 95, 265, 267, 300
Hamilton, R.M.G., 231
Hammond, H.S., 153
Hampson, M.C., 325
Handford, R.H., 58, 308
Hanna, M.R., 271
Hanna, W.F., **71**, 82, 249
Hannah, A.E., **115**, 116, 361
Hansen, A.J., 336
Harder, D.E., 249
Hardwick, D.F., 118
Hargrave, H.J., 200, 201
Harkness, Hon. D.C., 101
Harp, H.F., 291
Harris, R.E., 288, 299
Hartin, K.E., 222
Haslam, R.J., 297
Haufe, W.O., 324
Hawn, E.J., 272
Hayes, E.R., 377
Hayes, H.K., 49, 75, 244
Hays, Hon. H., 109, 202
Heaney, D.P., 115, 222
Hearle, R., 57
Hébert, L., 3
Heeney, H.B., 378
Heeney, L., 379
Heeney, W.H., 379
Heinrichs, D.H., 208, 271
Helgason, S.B., 267
Helmer, R.H., 286
Henry, A., 307
Hergert, G.B., 364, 365
Hewitt, C.G., **24**, 43, 55, 56, 58, 60, 313, 325, 405
Hickman, C.G., 89, 197
Hicks, W.H., 399
Hidiroglou, H., 213
Hilborn, W.W., 21, 24
Hildebrand, E.E., 330
Hilton, S.A., 47
Hill, H., **96**
Hind, E.C., 367
Hironaka, R., 208
Ho, K.M., 254
Hobbs, E.H., 264
Hobbs, G.A., 273, 274

Hochster, R.M., 117
Hockey, J.F., 285
Hoes, J.A., 296
Holmes, H., 39
Hood, E.G., 68, 390
Hopkins, E.S., **47**, 52, 69, 81, 89, **90**, 96, 136, 400
Hopper, R.M., 216
Hopping, R., 59, 60
Horner, H.H., 275
Howarth, R.E., 209, 210
Howatt, J.L., 150, 151, 281
Howell, D.G., 402
Huard, V.A., 311
Hudon, L.D., 115, 118, 120
Hudon, M., 266, 267
Hulan, H.W., 230
Hunt, J.R., 231
Hunter, A.W.S., 287, 288
Hurd, E.A., 245, 246
Hurst, R.R., 151
Hurtig, H., 118
Hutchinson, R.J., **46**, 294, 338
Hutton, G.G.H., **36**, 37

Jacobson, W.L., 172
Jantzen, P.J., 142
Jasmin, J.J., 121, **122**, 368
Jenkins, K.J., 213
John, M.K., 153
Johns, C.K., 68, 388, 390
Johnson, A.S., 110, 115
Johnson, T., 244, 249, 254
Johnston, Hon. W., 37
Johnston, W.H., 253
Jones, J.F., 265, 392
Jones, R., 37

Kalbfleisch, W., 121, 343, 361
Katznelson, H., 69, 82, 328
Kaufmann, M.L., 245, 249, 255
Keenan, W.N., 75
Keenleyside, H.L., 80
Kelsall, A., 57
Kemp, H.J., 271, 310, 356, 358, 359, 362
Kemp, J.G., 362, 380
Kemp, W.G., 331
Kerber, E.R., 245, 246
Khan, M.A., 321
King, K.M., 57, 58
Kirk, L.E., **92**, 269, 276
Kitson, J.A., 384, 385
Klein, K.K., 320
Knipling, E.F., 315
Knowles, G., 338
Knowles, R.P., 275, 276
Koch, L.W., 78, 79, 297
Kozub, G., 222
Kristjanson, B., 110
Krzymanski, J., 259
Kunelius, H.T., 279
Kusch, A.G., 245

Lambert, A.T., 121
Lamo de Espinosa, J., 407
Langford, G.A., 222
Lapins, K.O., 286
Larson, R.I., 190, 311
Laughland, D.S., **108**
Laurier, Rt. Hon. Sir W., 35
Lawes, Sir J., 6, 143
Lawrence, F.S., 37, 299
Lawrence, T., 276
Lawson, J.E., 201, 202
Layne, R.E.C., 345
Leahey, A., 90, 136
Lebeau, J.B., 271
Ledingham, G.A., 81
Lees, G.L., 210
Lefkovitch, L.P., 118
Lehmann, A., 27
Leisle, D., 246
Lelacheur, K.E., 298, 298
LeRoux, E.J., **113**, 118–120, 122, 123, 406–409
Leslie, W.R., 285, 291
Lidster, P.D., 377
Lightfoot, H.J., 376
Lilly, C.E., 273
Lindsay, J.D., 137
Liptay, A., 364
Lister, E.E., 122
Lochhead, A.G., **49**, 67–69
Logan, V.S., 204
Loiselle, R., 252, 254
Longley, R.P., 285
Lott, T.B., 330
Ludwig, R.A., 108, **109**, 119
Lussier, G., 115, 119, 121, 122, 406
Lynch, D.R., 283

Maas, E.F., 157
MacArthur, M., 342, 379, 380
Macdonald, Rt. Hon. Sir J.A., 9, 35
MacDonald, K.B., 153
MacDonald, M.D., 267
MacGregor, D.R., 385
Mackay, A., 13, **14**, 19, 41, 146, 337
MacKenzie, C.D., 196
MacKenzie, C.J., 81
MacKey, E.M., 295
MacLachlan, J.D., 152
MacLaren, R.B., 250

MacLean, R.S., 407
MacLeod, D.J., 151, 281, 330
MacLeod, H.S., 51
MacLeod, L.B., 121, 150
Macoun, J., 16, 25
Macoun, W.T., 25, 31, 40, 48, 54, 69, 86, 242, 280, 284, 290, 294
MacQueen, K.F., 377
MacVicar, R.M., 275–277
Majak, W., 209, 210
Mallough, E.D., 258
Malte, M.O., 33, 278
Mann, A.J., 286
Manson, G.F., 58
Marshall, Sir G., 405, 406
Marshall, H., 291
Marshall, J., 312, 366
Martens, J.W., 249, 251
Martin, A.H., 202, 218, 386
Martin, H., 79, 109
Mason, W.J., 343, 359
Masson, A.B., 246, 259
Mathews, A.E., 265
McArthur, J.M., 207
McBean, D.S., 254
McCrea, J.P., 119
McCubbin, W.A., 329
McDonald, H., 58
McDonald, W.C., 121, 254
McDunnough, J.H., **62**
McEachran, D., 4
McElroy, W.R., 275
McFadden, A.D., 245, 249, 254
McGillivray, C.S., 379
McGinnis, A.J., 121
McKenzie, R.I.H., 249
McLaine, L.S., 61, 74
McLarty, H.R., 329
McLennan, H.A., 269
McMechan, A.D., 367
McMullen, R.D., 330
McNaughton, A.G.L., 67
McRostie, G.P., 92, 270, 278
Mellor, F.C., 332, 334
Metcalfe, D.R., 254
Michaud, R., 269
Migicovsky, B.B., **108**, 113–116, 119, 260, 402, 408
Miller, H., 255
Miltimore, J.E., 207–211
Minshall, W.H., 340
Moberley, F., 38, 300
Molnar, J.M., 184, 289, 368
Moore, R.J., 339
Morrison, J.W., 111, 114, 116, **117**, 118, 120, 122, 124
Mortimore, C.G., 266, 267
Motherwell, Hon. R.W., 52, 404
Mountain, W.B., **118**, 119–122
Moyls, A.W., 382
Moynan, J.C., **87**
Muir, G.W., 89, 196
Mündel, H.-H., 264
Munro, W.A., 37
Munroe, S.S., 224
Murphy, P.A., 51, 329
Murray, B.E., 271
Murray, W.A., 270
Murwin, H.F., 281

Nass, H.G., 247, 248
Neal, J.L., 190
Neatby, K.W., 47, 69, 72, **75**, 76–82, 90–102, 105, 244, 404
Neilsen, J.J., 245
Newman, J.A., 202
Newman, L.H., **48**, 52, 250
Newton, D., 51
Newton, J., 51
Newton, M., 47, 51
Newton, R., 51
Newton, W., **51**, 330, 381
Nicholaichuk, W., 174, 175
Nobel, C.S., 140
Nowosad, F.S., 278

Ogilvie, I.S., 267
O'Halloran, G.F., 43, 46, 297
Oakland, G.B., 80, 355
Olsen, O.A., 162, 325
Olson, Hon. H.A., 115, 116
Owen, C.W., 262

Painter, R.H., 79, 320
Paliwal, Y.C., 335
Palmer, A.E., 139, 140, 170
Palmer, R.C., 286, 291
Pankiw, P., 274
Parent, R.C., 151
Parks, N.M., 282, 283
Partridge, G., 51
Pawlowski, S.H., 260
Peake, R.W., 276
Pearson, Rt. Hon. L.B., 76
Pelletier, M., 365
Pelton, W.L., 123, 410
Penhallow, Prof., 5
Petch, C.E., 57, 331
Peters, H.F., 200, 201, 222
Peterson, D.G., 114
Peterson, R.F., 244, 253
Phillips, W.R., 375
Pickett, A.D., 73, 312

Pigden, W.J., 89, 118, 207
Pilote, Rev. A., 7
Platt, A.W., 79, 310, 311
Poly, J., 409
Pope, Hon. J.H., 5, 22, 37
Porritt, S.W., 376
Porter, S.G., 170
Prebble, M.L., **80**, 102
Prentice, R.M., 406
Preston, I., 290–295
Proudfoot, F.G., 230
Proudfoot, K.G., 325
Provancher, L., 311
Proverbs, M.D., 315
Putman, W.L., 312

Quamme, H.A., 345

Rahnefeld, G.W., 202
Rajhathy, T., 124, 251
Rasmussen, H.K.C.A., **89**, 102, 107, 108, 110, 114, 115, 197
Reid, J., 12
Reinbergs, E., 254
Rempel, J.G., 323
Rennie, R.J., 191
Rich, G.B., 321
Richards, K.W., 274
Ripley, P.O., 47, 89, **90**, 102, 107, 108, 136, 278
Roberts, D.W.A., 248
Robertson, G., 224
Robertson, J.W., **32**, 33, 40, 155, 196, 264
Robertson, R., 16, 218
Robertson R.H., 321
Robinson, C.H., 67, 72, 255
Ronald, W.G., 345
Ross, A.M., 6
Ross, J.G., 257
Ross, W.A., 57, 79
Rothwell, G.B., 196
Russell, B., 159, 267
Russell, W.A., 283, 342
Ryan, J.E., 119

Sackston, W.E., 295
Saint-Pierre, C.A., 252
Sallans, H.R., 257
Salmon, R.E., 229
Salt, R.W., 58, 345
Samborski, D.J., 245
Sampson, D.R., 248
Sanders, G.E., **38**
Sanford, G.B., 327
Saunders, A.P., 242
Saunders, Sir C.E., **31**, 39, 48, 153, 242, 249, 250, 255, 261, 295, 355, 362
Saunders, H.S., 319
Saunders, W., 6, 7, **11**, 12–26, 28, 30–34, 36, 38, 40, 45, 47, 54, 55, 68, 69, 86, 94, 133, 155, 169, 242, 253, 261, 264, 268, 275, 279, 284, 290, 291, 299, 300, 313, 319, 342, 400
Savage, R.G., 270
Savile, D.B.O., 66
Scobie, M.A., 101
Scott, K.R., 361
Seamans, H.L., 57, 58
Senn, H.A., 69
Sharpe, T.A., **14**, 15, 18, 40
Shemanchuk, J.A., 324
Shrestha, J.N.B., 222
Shull, G.H., 265
Shutt, F.T., 21, **26**, 27–29, 50, 54, 72, 145, 146, 153, 155, 161, 169, 189, 269, 337, 388
Sibbald, I.R., 229, 392
Sifton, Hon. Sir C., 35
Sigfussion, S.J., 253
Sim, D.W., 218
Siminovitch, D., 407
Sinclair, R.D., 216
Sinha, R.C., 335
Sladen, F.W.L., 43, 44, 273
Slater, Sir. W., 99
Slykhuis, J.T., 331
Smallman, B.N., **73**, 82, 102, 107
Smith, A., 7
Smith, A.D., 357
Smith, A.E., 339
Smith, D.S., 309
Smith, G.E., 232
Smith, J.D., 275
Smith, W.K., 270
Smits, N., 365
Snyder, A.E., 36
Spangelo, L.P.S., 285, 287, 288
Spence, G.L., 141
Spencer, J.L., 227
Stace-Smith, R., 332
Stackpole, T., 12
Stakman, E.C., 49, 75, 243
Staley, L.M., 184
Stark, R., 256, 384
Steele, G.G.E., 101
Stefansson, B.R., 257
Sterling, J.D.E., 247, 250, 254
Stevenson, D.S., 174
Stevenson, T.M., 256, 270, 275
Stobbe, P.C., 90, 136, 137
Stothart, J.G., 200, 202, 216
Strachan, C.C., 381, 382

Straight, E.M., 285
Stupart, R.F., 409
Svejda, F., 291
Swaine, J.M., 52, **58**, 59, 60, 63, 64, 65, 67, 69, 71, 75, 80, 99, 106
Swales, W.E., 51
Switzer, C.M., 402
Sylvestre, P.E., 219

Taché, J.C., 4, 22
Taggart, J.G., 58, 80, 81, **85**, 96, 100, 101, 141, 401
Talon, J., 3
Taylor, A.G., 224
Taylor, D.K., 250, 276
Taylor, E.M., 150
Taylor, W.G., 324
Teich, A.H., 248
Theriault, R., 365
Therrien, M.C., 254
Thompson, B.K., 231
Thompson, S.C., 123, **124**
Thompson, W.R., 406
Thomson, L.B., **49**, 159, 219, 364
Timbers, G.E., 384, 899
Timonin, M.I., 152
Tinline, R.D., 328
Tory, H.M., 49, 52
Tothill, J.D., 57, 59, 60, 314
Townley-Smith, T.F., 246
Treherne, R.C., **57**
Troelson, J.E., 271
Trottier, R., 406
Trueman, H.L., 406
Turnbull, J.E., 370
Turner, A.H., 110
Turner, P., 256
Twinn, C.R., 323
Tyner, L.E., 327

van Die, P., 187
van Steenburgh, W.E., 77–79, 81, 82, 99
Vanterpool, T.C., 295
Vesely, J.A., 222
Vigneault, C., 188
Voisey, P.W., **121**, 231, 361, 388
Voldeng, H.D., 263
Waddell, D.B., 114
Walker, J., **91**
Walley, G.S., 63
Walrod, R.P., 381
Warder, F.G., 271
Ware, D., 118
Ware, J., 320
Warnock, J., 12
Watson, E.A., 52, 67
Watson, E.B., 60
Watson, J.F., 45
Watters, F.L., 377
Weaver, G.M., 121, 289, 399
Weintraub, J., 322
Weintraub, M., 121, 331
Weir, Hon. R., 52, 53, 63, 270, 404
Weiss, G.M., 202, 218
Wells, K.F., 202
Wells, S.A., 254, 311
Welsh, J.N., 249
Welsh, M.F., 333
Westdal, P.H., 334
Wheeler, S., 39
Whelan, Hon. E., 86, 115, 121, 407
White, A.H., 390
White, R.M., 309
White, W.J., 257, 270, 275
Whiteside, A.G.O., 248, 255
Wilcox, J.C., 148, 172, 173
Williams, S.B., 102, 108, 110, 115, 119, 219, 402
Willingdon, Vicomte, 224
Willis, T.G., 172, 410
Wilner, J., 91, 342
Wise, Hon. J., 407
Wolfe, R.A., 254
Wolverton, N., 36
Wood, D.F., 381, 385
Woods, J.J., 156
Woodward, J.C., **72**, 96, 101, 102, 107, 113, 114, 119, 296, 400
Wright, A., 11
Wright, J.R., 121
Wright, L.E., 153, 161
Wright, N.S., 332
Wyatt, F.A., 154
Wyman, D., 292

Young, D.L., 282
Young, H.A., 80
Young, L.C., 281, 330

Zillinsky, F.J., 250
Zimmer, E.E., 296

Index des sujets

Les noms des variétés, des espèces, des provinces, des états et des pays sont excluent de l'index.

A.D.N. 331
abattage 202
abattoir 387, 388
Abbotsford 342
ABCO, voir société
abeille (voir aussi division) 23, 44, 272, 274, 309
  découpeuse 273
  noire 22
Abitibi 38
abricotiers 286
abricots 24, 382
acarien 73, 312, 314, 315, 331
ACDI, voir agence
acide 2,4-dichlorophénoxyacétique 339
acide 390, 391
  aminés 229, 283, 343
  borique 152
  érucique 257, 259, 260, 261
  nucléique 336
  pénicillique 214
  phosphorique 16, 281
  sulfurique 337
acidité 138, 153, 155, 161, 340
administration
  Administration de la remise en état des exploitations agricoles des Prairies 175
  Administration du rétablissement agricole des Prairies 50, 53, 54, 65, 87, 88, 90, 91, 106, 136, 140, 141, 159
  Prairie Farm Rehabilitation Administration 175
aérien(nes) 317, 367
aéronef 59, 368
Agassiz 11, 14, 15, 18, 25, 40, 43, 50, 51, 57, 93, 103, 114, 153, 156, 198, 209, 212, 219, 225, 242, 250, 265, 276, 287, 332, 334, 390, 399
agence
  Agence canadienne de développement international (ACDI) 120, 123, 409, 410
  Agence internationale de l'énergie atomique 378, 409
agent pathogène 80
agents chimiques 313
agrométéorologie 125
agronome 49, 268, 328, 356
agropyre 147, 158, 275, 299
  à crête 276, 271
  allongé 158
  de l'Ouest 276
  du Nord 276
  élancé 275
  élevé 276
  inerme 146
  intermédiaire 276
  pubescent 276
agrostide géante 278
agrumes 326, 381
AIEA, voir agence
air chaud 185
alcalis 169, 170
alcool 264
aleurone 252, 253
algues 156
alimentaires 68, 388
alimentation 32, 50, 210, 223, 227-230, 233, 246, 247, 252, 264, 391
aliments 26, 227, 229, 230, 270, 389
  congelés 379, 380
  en conserve 382
alkaloïdes 214
Alma 282
altise 261, 279
aluminium 154, 155, 171, 172, 189
amélanchier 288
améliorateur 92, 96, 99, 106, 123, 208, 220, 255, 256, 257, 291, 335
  d'orge 115
  de plantes 79
amélioration 200, 219, 226, 227, 229, 232, 233, 242, 246, 249, 250, 251, 253, 258, 263, 264, 267, 271, 281, 284, 285, 286, 290, 295, 296, 297, 343, 355, 362
  des bovins 204
  des races 199
aménagistes 137
ameublissement 187
ammoniaque 188, 298
ammonium 281
amygdaline 326
anhydride sulfureux 379, 383
animal (voir aussi division) 19, 26, 72, 82, 100, 102, 124, 155, 187, 195, 206, 212, 214, 227, 320, 321, 324, 386, 387
animaux de boucherie 109
ankylostomose 232
Annapolis Royal 38, 57

antibiotique 214
antisérum 321, 331
aphides 119
aphidiens 315, 331, 333, 334, 336
aphidiens parasites 330
apiculteur 44, 273, 274
apiculture 44
appât 73, 307, 308, 309
arachide 298
arachnides 307
ARAP, voir administration
arboretum 12, 15, 22, 23, 24, 25, 67, 69, 293
  Arnold Arboretum 23,
  Royal Botanic Gardens 23
  Arboretum du Dominion 67
arboriculture fruitière 284, 285
arbre 5, 8, 14, 15, 16, 18, 22, 23, 25, 26, 37, 70, 80, 90, 91, 141, 147, 148, 151, 286, 287, 293, 294, 314, 318, 326, 367
  fruitiers 44, 78, 143, 172, 290, 312, 335
arbrisseaux 90, 91
arbuste 15, 16, 18, 23, 25, 290, 292, 293, 312
argile 12, 26, 177, 370
  lourde 140
argileux 169
argileux lourds 170
aride 158
aridoculture 143, 158
armoise d'Amérique 178
armoise tridentée 146
arpenteuse du groseiller 313
arroseurs 171
arséniate de chaux 317
arséniate de plomb 311
arsenic 309
asclépiade commune 69, 70
Assiniboia 3
association 91
  Association canadienne des pâtes et papiers 404
  Association canadienne de l'industrie du bois 404
  Association de l'Exposition du Canada central 400
  British Columbia Fruit Growers' Association 316, 334
  British Columbia Nurserymen's Association 333
  Canadian National Silver Fox Breeders' Association 232
  Canadian Seed Growers's Association 48
  North-West Line Elevators Association 75
  Nova Scotia Fruit Growers' Association 400
  Western Stock Growers' Association 387
  Silver Fox Breeders' Association of Prince Edward Island 233
assolement 33, 45
L'Assomption 267, 298, 337
astragale 272
atmosphère contrôlée 376
atrazine 340
aviculture 28, 65, 103
avoine, voir céréale
azalées 293
azote 12, 16, 27, 28, 144-147, 149, 150, 152, 154, 159, 161, 171, 175, 176, 183, 187, 188, 189, 191, 205, 229, 251, 264, 269, 298, 300, 327, 328
azote liquide 389

bacilles 28, 191
bacon 216, 217
bactérie 36, 146, 152, 187, 188, 190, 191, 230, 264, 307, 314, 326, 329, 335, 378, 389
bactériologie 68, 100
bactériologiste 49, 66, 78, 82, 190
baies 366, 382
balai de sorcière 332
ballonnement 207, 208, 210
batteuse 358
Beauharnois 119
Beaverlodge 94, 109, 120, 148, 189, 243, 272, 274, 277, 285, 288, 294, 299
béliers 219
Belleville 25, 60, 73, 77, 116, 340, 406
bénigne 281
bergerie 32
bétail 14, 16, 17, 28, 30-33, 46, 50, 66, 67, 74, 79, 91, 92, 94, 97, 99, 108, 109, 124, 131, 159, 160, 162, 174, 195-198, 200, 206, 211-214, 219, 220, 261, 270, 272, 299, 300, 315, 319, 322, 323, 341, 363, 367, 369, 370, 391, 392, 399
  de boucherie 202
betterave 16, 31, 206, 364, 365
  fourragère 186, 204, 278
  sucrière 27, 31, 36, 140, 169, 171, 267, 278, 332, 338
beurre 17, 32, 390
biochimiste 108, 260
biodégradable 187, 377
biologie 82
biologie forestière 102
biologique 315, 316, 355
biologistes 371
biomasse 183
biométhane 187
biométriciens 79

biométrie 100
biotechnologie 183
bioxyde de carbone 262, 377
biscuiterie 246, 247
bison 3, 199, 200, 307, 322
blanc 246, 247, 288, 291
blanchiment 384, 385
blé, voir céréale
bleuets 381
bleuets nains 117
boeuf 32, 159, 278, 386, 387
boeuf de boucherie 204
bois 135, 317, 319
borax 151
bore 72, 145, 151, 152, 161, 298
botanique 24, 38, 49, 66, 100
botaniste 16, 21, 47, 71, 279, 336
boucherie 31, 38
boulangère 361, 362
boulangerie 255
bourdon 273
bouvillons 16
bouvillons décornés 33
bovin (voir aussi race) 17, 31, 32, 39, 176, 186, 187, 195, 200-202, 204-207, 210-212, 214, 223, 264, 276-278, 319-323, 329, 370, 387, 391
  de boucherie 38, 199, 201, 203, 213, 300
  laitier 16, 38, 194-197, 212
Bracebridge 92
Brandon 11, 14, 18, 25, 36, 40, 48, 149, 201, 202, 219, 228, 242, 244, 248, 253, 254, 267, 270, 284, 291, 294, 296, 308, 338, 356
brebis 211, 218, 219, 221-224
brevets 43
Bridgetown 38, 43, 78
brise-vent 91, 141
brocoli 153, 385
brome 205, 275, 299
  inerme 18
bronchite vermineuse 232, 233
Brooks 286, 320
brûleur à paille 188
bureau 405
  Bureaux agricoles du Commonwealth 405
  Bureau central 5, 6
  Bureau de l'Agriculture 4
  Bureau de mycologie 405
  Bureau de recherche agricole 100
  Bureau impérial d'entomologie 405
burley 297

cabinets de croissance 360
cactus 178
cages 225
cahoutchouc 70
calcium 108, 154, 161, 190, 211, 377
Calgary 36, 109, 122, 139
campus 77
canards 29
canaux d'irrigation 175
canne à sucre 190
canola 205, 256, 260, 261, 392
CanSIS 137
caoutchouc 93, 69, 364, 356
Cap-Rouge 39, 38, 153, 219
capteurs de chaleur 184
carbonate de calcium (chaux) 139, 153
carbone 327
carburant alcoolisé 186
carcasse 200, 216-218, 220, 386, 387
carence 150-152, 213,
carie 244
carotte 16, 153, 278, 300, 364, 365, 379
carpocapse de la pomme 55
Carstairs 120
caséine 391
cattalo 89, 200, 201
caveaux à légumes 375
CEE, voir Communauté économique européenne
cellules aérifères 185
cellulose 183, 204, 392
cendre de bois 27
Centre international de recherche agricole 410
Centre de recherches zootechniques 215, 218, 222, 226
céphe 311
  des chaumes 140
  du blé 58, 79, 309, 310
cercles 4-H 400, 401
céréale 8, 11, 14-18, 22, 25, 30-33, 36-39, 49, 50, 55, 63, 65, 66, 79, 81, 96, 99, 106, 115, 116, 117, 141, 144, 150, 153, 160, 176, 204-206, 214, 215, 227, 228, 230, 241, 242, 249, 251, 252, 255, 257, 279, 300, 327, 334, 335, 338, 341, 355, 358, 362, 367, 378, 387
  fourragère 195, 251
  avoine 16, 18, 30, 37, 91, 96, 143, 151, 152, 177, 204, 206, 214, 241, 248, 249, 250, 252, 254, 255, 256, 265, 299, 334, 356, 359, 360, 368
  blé 3, 8, 14, 16, 18, 26, 27, 30, 31, 37, 45, 48, 49, 53, 79, 83, 99, 105, 123, 133, 140, 142, 143, 147-149, 171, 190, 215, 241-247, 249, 251, 252, 255, 261, 265, 267, 279, 307, 309-311, 327-329, 336, 343, 355, 356, 359, 360-362, 367, 368, 378

d'hiver 241, 242, 247, 248, 300, 331, 332, 343, 344, 345
de printemps 171, 241, 242, 247, 255
dur 245, 246, 310
fourrager 246, 256
panifiable 245
roux 247
roux d'hiver 255
roux vitreux 246
roux vitreux du printemps 28, 50, 241, 243-245
tendre 255, 256
maïs 30, 31, 33, 52, 161, 163, 176, 177, 188, 190, 204, 215, 241, 262-264, 265-267, 278, 298, 367, 368
sucré 173
ensilé 32
fourrager 56
orge 16, 18, 30, 37, 96, 133, 147, 150, 154, 158, 201, 205, 206, 208, 214, 216, 241, 250-252, 254-256, 265, 279, 299, 300, 327, 334, 356, 359, 360, 368
brassicole 253
sarrasin 23
seigle 241, 298, 300
céréaliculteur 243, 246
céréalières 116
céréaliste 34, 48, 96, 105, 310, 359, 360, 362
cerises 24, 151, 342, 382, 387
au marasquin 383
cerisier 14, 40, 156, 286, 287, 330
cerisier doux 330
césium 108
chalcidiens 313
chalcis 255
Chambre des communes 14, 22, 29, 74, 85, 86, 241, 378
champ 177
champ irrigué 177
champignon 45, 49, 70, 214, 266, 243, 254, 282, 287, 295, 297, 298, 307, 314, 318, 325-329, 334, 340, 378
de la rouille 71
parasite 312
chanvre 46, 294
charançon de la prune 22
charançon granivore 341
charbon 244, 249, 253, 357
de l'avoine 30
nu 246, 254
chardon 339
des champs 338, 341
penché 341
Charlottetown 37, 40, 50, 51, 75, 93, 121, 149, 151, 204, 215, 219, 225, 232, 233, 247-250, 253, 272, 279, 294, 298, 329, 331
charrue 140
Chatham 57, 77, 109
chaume 53, 140, 142-144, 327, 328
chaume-mulch 141
chaux 26, 27, 145, 153-155, 161, 388
cheddar 390
chemin de fer transcontinental 300
cheptels 204
cheval (aux), voir aussi race 15, 33, 38, 39, 74, 323
chimie 26, 27, 71, 72, 77, 79, 103, 153, 155, 215
chimiste 12, 21, 26, 29, 34, 44, 54, 66, 71, 72, 78, 82, 96, 113, 207, 209, 215, 268, 271, 296, 332, 355, 337
chitine 377
chlorate de sodium 337
chlorose 150, 151, 326
chlorure 150
chou 300, 340, 379
chou-fleur 117, 153, 155, 365, 366
chrome 185
chrysanthèmes 157, 294
cicadelles 332, 335
cidre 382
cigare 297
Claresholm 36
classement 217, 218, 386, 387, 390
Clearwater 85
climatiques 355
CNGA (Conseil national du génie agricole) 369
CNRC, voir conseil
cobalt 286, 315, 322, 377
cochenille 59
coeur
liégeux 152
aqueux 376
brun 151
coléoptères 63
collège, voir université
Collingwood 108
colza 33, 93, 115, 132, 218, 256, 257, 258, 259, 391, 405
canola 256
combustible 183, 186
comité
Comités associés 81
Comité canadien de classification des sols 138
Comité consultatif national des services agricoles (CCNSA) 401

Comité de coordination des services agricoles du Canada 401
Comité de la déshydratation 100, 101, 106, 379
Comité de l'agriculture (OCDE) 406-408
Comité de la recherche 407
Comité de recherches entomologiques 405
Comité de remise en valeur des terres endiguées 159
Comité du maïs de l'Ontario 268
Comité du maïs du Manitoba 268
Comité interministériel des opérations aériennes 59
Comité national de classification des sols 136
Comité national de coordination des services agricoles 81, 401
Comité sur le bétail d'embouche 159
commission 90
Commission canadienne des grains 106
Commission canadienne du blé 106
Commission consultative de la Loi des insectes destructeurs et autres fleaux 61
Commission consultative sur la protection de la faune 56
Commission de la Fonction publique (du Canada) 65, 67, 100, 101, 105, 108, 116, 254
Commission des grains du Canada 74
Commission du système métrique 359
Commission internationale de météorologie 409
Commission internationale de phytopathologie 409
Commission royale d'enquête sur l'organisation du gouvernement 107
Commonwealth 93, 405
Communauté économique européenne 407, 408
compagnie
Compagnie de la Baie d'Hudson 5
Canadien Pacifique 13, 15
United Fruit Company 86
composte 156
compote 289
compteurs de graines 359, 360
concombres 157, 186
conductivité 343
cône 357
Confédération 3, 5, 44, 49, 114, 401, 402, 405, 409
congrès
Canadian Centennial Wheat Symposium 241
Conference internationale sur la science, la technologie et la mise en marché du colza et des ses derivés 258
Congrès de pomologie 25
Congrès des sociétés agricoles du Manitoba 48
Congrès international des sciences pédologiques 136
Congrès international sur les herbages 207
Congrès international sur l'aridoculture 39
Congrès mondial d'aviculture 224
Symposium international sur la physiologie des ruminants 210
confiture 289
congélation 86, 87, 147, 376, 380, 384, 389
congelés 342, 388
Conquest 91
conseil
Alberta Research Council 52
Conseil de recherches agricoles du Canada (CRAC) 402
Conseil du Trésor 101, 105, 109, 110, 120
Conseil mondial de l'alimentation 407
Conseil national de recherches du Canada 49, 51, 52, 67, 70, 79, 81, 106, 107, 191, 232, 253, 257, 401, 402, 404
Conseil privé 119
conservateur 135, 293
conservation 135
conservation de l'eau 174
conserverie 383, 388
coquille 225, 231
d'oeuf 230
Corner Brook 81, 105
cottage 391
couche 138
coumarine 270
couvre-sol 141
Covey Hill 311
CRAC, voir conseil
Crediton 40
crème 390
criquets 307
croisement 29, 198, 199, 200, 202, 216, 217, 219, 223, 224-226, 242, 244, 248, 250, 254, 282, 283, 290, 293, 294, 298, 311,
croustilles 283
Cryogran 389
cryptogamique des racines 262
cucujide roux 73
cuisson 31, 123

cuivre 145, 153, 211, 337
cul-brun 59, 61, 325
cultivar 241-247, 249-250, 263, 272, 276, 280, 287, 288, 291, 292, 325, 364
culture 5, 11, 18, 21, 22, 32, 33, 40, 46, 49, 55, 56, 66, 67, 73, 79, 102, 110, 116, 137, 141, 143, 149, 151, 152, 155, 157, 160-162, 169, 171, 172, 183, 191, 294, 299, 300, 312, 339, 340, 364, 367, 368
  en parcelles 356
  maraîchère 296, 301
  céréalière 116, 157
  fourragère 268, 278
  fruitière 186
  horticole 38
  légumière 186
cyanoglucoside 326
cysticercose 233

D.D.T. 313, 314, 323, 324
dactyle 150
  pelotonné 25, 276
dalots 160
déchets animaux 187
déficience 213
dégénérescence infectieuse 329
Delhi 150, 172, 298
dendroctone
  de l'épinette 59
  du sapin de Douglas 318
  occidental du pin 60
député 9
désherbage 280
déshydratation 93, 378, 379, 383
desserts 366
digesteur anaérobie 187
digues 160, 176
dindes 29, 230
dindons 214
diprion européen de l'épinette 60
diptères 63
direction 103
  Direction de la production et des marchés 109
  Direction de l'économie 66, 106
  Direction générale de la production et de l'inspection des aliments 215, 218, 226, 255
  Direction générale de la production et de la commercialisation 259
  Direction générale de la recherche 64, 101, 103, 105-107, 109, 110, 113, 116, 117, 119, 122, 135, 137, 153, 176, 188, 210, 215
  Direction générale de l'économie 118
  Direction (générale) de l'entomologie 50, 55, 65, 66, 77, 80, 281
  Direction générale de l'hygiène vétérinaire 50, 66, 74, 232, 246, 260, 284, 311, 316, 377, 378, 399, 402, 406, 410
  Direction générale des affaires financières et administratives 119
  Direction générale des céréales 115
  Direction générale des circuits alimentaires 115
  Direction générale des forêts 80
  Direction générale des produits laitiers et de l'entreposage au froid 68
  Direction générale des semences 338
division 21, 24, 40, 41, 43, 44, 47, 49, 54, 55, 60, 65, 68, 69, 72, 78, 85, 88, 93, 90, 96, 102, 103, 297
  Division de la bactériologie 68, 69, 152
  Division de la bactériologie et des recherches laitières 67, 71
  Division de la biologie forestière 80, 81, 82
  Division de la botanique 24, 50, 51, 62, 69
  Division de la botanique des fermes expérimentales 61
  Division de la botanique et de la phytopathologie 50, 52, 61, 66, 80, 88
  Division de la chimie 18, 21, 26, 50, 67, 71, 78, 96, 145, 146, 148, 161, 169, 189
  Division de la destruction des ravageurs étrangers 55
  Division de l'agriculture 21, 31-33, 40
  Division de l'apiculture 88
  Division de l'aviculture 28, 89
  Division de l'économie 66
  Division de l'élevage 50, 196, 227
  Division de l'entomologie 24, 38, 66, 73, 75, 78, 80, 82, 96
  Division de l'entomologie des fermes et stations expérimentales 59
  Division de l'entomologie et de la botanique 21, 22
  Division de l'entomologie systématique 55, 62
  Division de l'horticulture 17, 18, 21, 23, 24, 25, 50, 86, 87, 88, 93, 94, 96, 375, 378-380, 383, 404
  Division de l'hygiène vétérinaire 74
  Division de la pathologie animale 74
  Division de la production économique des fibres 46
  Division de la protection des végétaux 70, 73, 74, 75
  Division de la répression des ravageurs étrangers 61, 62, 63

Division de la volaille 225
Division de la zootechnie et des grandes cultures 33, 69, 72, 89
Division d'entomologie forestière 63
Division des bestiaux et des volailles 224
Division des céréales 21, 30, 88, 96, 99
Division des cultures fourragères 33, 88, 92, 93
Division des fermes et stations expérimentales 66
Division des fourrages 49
Division des grandes cultures 33, 47, 88, 89, 90, 148
Division des insectes nuisibles aux forêts 55, 58, 60
Division des insectes nuisibles aux grandes cultures et aux jardins 55, 56, 57, 61
Division des insectes nuisibles aux produits entreposés 63
Division des plantes fourragères 52
Division des plantes textiles 88
Division des recherches sur les insectes nuisibles aux produits entreposés 55
Division des stations de démonstration 45, 87, 145, 161
Division des tabacs 33
Division des volailles 224
Division de vulgarisation et de publicité 45
Division de zootechnie 33, 69, 89, 197
Dominion 5
doryphore 279
drainage 12, 155, 157, 158, 160-162, 169, 176-178, 191, 212, 340
drains 177
en galeries 177
Duck Lake 323
dystrophie musculaire nutritionnelle 213, 214

Earl Grey 76
eaux résiduaires 155
école 95
économique 147, 162, 313, 334
économistes 268
écuries 12
Edmonton 36, 37, 51, 75, 79, 109, 327, 331
effeuilleuses 364
effluent 174, 175, 177
éléments nutritifs 143, 174
élevage 183
élevée 278
éleveur 200, 206, 207, 219
élyme de Russie 149
élyme étroite 158
emblavure 246, 248
embryon 271, 230
émondes 140, 141
énergétique 392
énergie 117, 142, 183, 186, 188, 191, 229, 368, 384
éolienne 183
solaire 184, 185
engrais 8, 12, 17, 18, 26, 46, 95, 148, 151, 154, 160, 162, 171, 172, 175, 177, 187, 189, 218, 269, 279, 281, 295, 298, 300, 340, 356, 357, 358
ammoniacal 188
nitrique 188
vert 146, 155, 156
engraissement 32, 206
enquête 328, 331
enroulement des feuilles 329
enseignement (voir aussi formation) 4, 7
ensemencement 356, 357
ensilage 17, 204, 214, 223, 264, 265, 268, 277
entomologie 11, 22-24, 55, 56, 58, 60, 77, 79, 81, 82, 100, 102, 113, 119
forestière 75
entomologiste 5, 6, 21, 23, 38, 43, 55-60, 62, 65, 73, 74, 75, 78-80, 82, 104, 114, 266, 268, 279, 308, 319, 330, 336, 310, 311, 316, 317, 321, 332, 355, 361
entreposage 181, 375-377
environnement 137, 225
enzymes 379, 381, 384
épi 252, 341
épidémie 244
épinards 153, 157
épinette 55, 316-319
épis 341
équipement 16, 117, 141, 174, 176, 183, 226, 231, 338, 342, 383
ergot 214
érosion 57, 90, 172, 175, 176
des sols 141, 142, 188, 328
éolienne 88, 138-140, 310, 339
ERTS-1 368
étables 12
étangs-réservoirs 91
études 76
évaporation 138, 156, 173-175
évapotranspiration 172
exploitation forestière 136
exposition 5, 15, 16, 45, 109, 400
Exposition mondiale de céréales 63
Exposition du Canada central 23
Exposition universelle de Paris 25

faculté, voir université 404
farine 3, 26, 63, 73, 242, 243, 246, 362
  de boulangerie 248
  de calmar 230
  de canola 391
  de maïs 254
  de poisson 229
farinographe 362, 363
Farnham 34
Farquhar 85
faucille 356
faune 136
fécondation 197
fécondité 200, 234
fer 145, 153, 214, 337
fertilisants 5, 143, 145, 147, 148, 149, 151
fertilisation 150, 155
fertilité 16, 17, 30, 145, 146, 160
  du sol 268
fétuque 277
  élevée 278, 327
  rouge traçante 277
  rouge 327
feuilles 363
féverole 30, 32
fèves 143
fibre 46, 139
fièvre aphteuse 329
fléole 277, 299
flétrissure 295
  bactérienne 269, 271
fleurs 184
flore bactérienne 214
floribunda 291
FMC, voir société
foie 211, 212
foin 32, 33, 156, 159, 160, 205, 206, 223, 224, 260, 268, 275, 277, 278, 300
foires 400
folle avoine 117, 144, 338, 339, 341
fongicide 50, 51, 28, 314, 321, 329, 367
fonte 231
foresterie 100
forêt 14, 22, 39, 46, 55, 59, 60, 105, 316-319, 368, 403
formation 7, 92, 95, 97
Fort Chimo 95, 299, 300, 301
Fort Providence 38
Fort Resolution 38, 94, 299
Fort Simpson 107, 109, 299
Fort Smith 38, 94, 95, 299
Fort St. John 94
Fort Vermilion 37, 94, 109, 148, 299
fourrage 16-18, 23, 27, 30, 33, 38, 149, 158, 162, 199, 200, 203, 204, 205, 207, 209, 212-215, 218, 223, 248, 275, 277, 363, 387
  ensilé 196
fraises 24, 156, 157, 332, 334, 340, 344, 366, 379, 380
  congelées 366
fraisier 70, 287, 288, 300, 333, 332
framboises 24, 156, 329, 332, 334, 366, 379, 382
  de Logan 157
framboisier 70, 284, 287, 288, 290, 332, 333, 335
Fredericton 57, 59, 75, 96, 103, 121, 150, 151, 198, 215, 228, 282, 283, 284, 314, 317, 329, 330, 331, 333, 335, 336, 399, 403
frites 283, 284
froides 86
fromage 17, 32, 68, 390, 400
fruit 18, 24, 25, 27, 50, 68, 70, 86, 87, 92, 93, 137, 147, 156, 183, 284, 285, 288, 294, 311, 313, 314, 334, 342, 364, 375-378, 380, 383, 385, 388
fruiticulteurs 330
fumier 12, 16-18, 27, 28, 117, 143, 145, 146, 151, 154, 155, 156, 160, 187, 188, 218, 279, 280, 337, 370, 371
fumigant 157
fumigation 43, 75, 152, 326
fusariose 266, 344
fusion 103

Gagetown 399
galle 154
  commune 325
  poudreuse 44
  noire 325
  verruqueuse 324
galerie 174
gâteau protéinique 187
gaz carbonique 248, 368, 375, 376
gazon 93, 275
gel 3, 344
gelée 23, 37, 343
Gendarmerie royale du nord-ouest 299
génétique 76, 100, 220, 224, 230, 231
  animale 196
génie agricole 100
gestion 220-223, 230, 233
  par objectifs (GPO) 110, 114, 116, 117
glace 188
Glace Bay 186
glaciaire 188
Gleichen 122
glucosinolates 259, 260
gluten 243, 255, 355
Goderich 13
GPO, voir gestion par objectif
grain 145, 151, 154, 188, 242, 248, 249, 251, 255, 256, 311, 328, 338, 362
  avarié 186

graine 11, 16, 24, 28, 69, 149, 262, 275, 289, 294-296, 339, 343, 356-358, 365, 392
graisse 203, 218
graminée 23, 25, 53, 92, 95, 142, 144, 149, 150, 156, 173-175, 204-206, 208, 223, 224, 252, 264, 270, 271, 275, 277, 278, 299, 300, 310, 327, 337, 343, 344, 357
Grand Lake 186
gras 386
Grimsby 185, 379
groseille 24
  à maquereau 24, 157, 366
groseillier 284, 289, 290
Grouard 299
Groupe consultatif de la recherche agricole internationale (GCRAI) 410
Groupe de recherches du Nord 109
gruau d'avoine 230
Guelph 7, 37, 57, 68, 75, 81, 90, 108, 109, 267, 290, 370, 409
guêpes 63
gypse 170

haies 290
Halifax 13, 122, 289
Hanna 117
Hard Red Calcutta 242
haricots 30, 298
  verts 173
Harrow 34, 77-79, 103, 107, 113, 119, 148, 172, 176, 215, 247, 262, 265, 266, 281, 297, 326, 343, 345, 364
Harvey Station 122
Hemmingford 57
herbages 172, 223
herbarium 40, 69
herbes (voir aussi mauvaises herbes) 309
  nuisibles 18, 19
herbicide 100, 142, 144, 175, 295, 339, 340, 341
herbier 23
hétérosis 203, 226
hormones 72
horticole 39, 40, 171, 359, 363
horticulteur 21, 34, 48, 54, 70, 86, 91, 96, 282, 284, 285, 292, 294, 330, 365
horticulture (voir aussi division) 16, 65, 66, 86, 191, 242, 284
houblon 51
huile 93, 260, 296, 297, 323, 391
  à friture 256
  de canola 206, 261
  de foie de morue 228
  de pilchard 228
  de ricin 196, 207
  végétale 183

Hull 67, 74, 232, 233
Humboldt 408
humus 139, 269
hybridation 52, 250, 251, 262, 265, 266-269, 279, 291-294, 296
hybride 199, 200-203, 216, 217, 219 221
hydrate de carbone 204, 256, 343
hydroculture 94
hydrogène 190
hydroxyde de sodium 376
hyménoptères 63
hypoderme 320, 321, 322

immigrant 3
incinération 266
incubateurs 29
incubation 274
Indian Head 11, 14, 18, 19, 25, 40, 48, 53, 59, 80, 90, 91, 109, 138, 146, 148, 201, 217, 219, 242, 249, 284, 327, 337, 342, 356
indice de conversion 202
industrie 3, 11, 17, 19, 21, 36, 46, 70, 78, 80, 83, 92, 100, 106, 113, 160, 191, 195, 248, 253, 257, 260, 261, 265, 268, 274, 275, 278, 281, 296, 298, 332, 387
  laitière 32
infection 320, 331, 390
  bactérienne 390
  virale 26
infestations 57, 319
infiltration 157, 172
informatique 198
ingénieur 363, 371
inondation 95, 169, 345, 399
INRA 409
insectarium 38
insectes 6, 11, 18, 22, 57, 60, 73, 97, 114, 116, 118, 143, 273, 307, 313, 316, 318, 322, 323, 325, 332, 340, 345, 405
  déprédateurs 311
  des fruits 77
  nuisibles 43, 55, 58, 61
  parasites 319
insecticide 28, 44, 50, 73, 308, 309, 311-315, 318, 321, 323, 340, 367
  systémique 322
  de synthèse 312, 322
insémination 196, 234
inspecteur 38, 41, 43, 44, 57, 75, 379, 387
inspection 51, 69, 386, 391
installations 369
institut 100
  Fresh Water Institute 324
  Institut agricole du Canada 99, 401, 402

Institut canadien des sciences et technologies alimentaires 385
Institut de lutte biologique du Commonwealth 317, 406
Institut de lutte biologique 340
Institut d'entomologie du Commonwealth 406
Institut de parasitologie animale 51
Institut de recherches antiparasitaires 110
Institut de recherches biosystématiques 40, 63, 118, 316, 339
Institut de recherches chimiques et biologiques 117, 120, 124, 186, 335
Institut de recherches en biologie cellulaire 115, 190, 335
Institut de recherches en entomologie 118, 119
Institut de recherches microbiologiques 328
Institut de recherches sur la biologie cellulaire 335
Institut de recherches sur la génétique et l'amélioration des plantes 378
Institut de recherches sur les aliments 375, 389, 392
Institut de recherches sur les pesticides 122
Institut de recherches sur les plantes 343, 380
Institut de recherches sur les sols 122, 154
Institut de recherches sur les terres 137, 155, 192
Institut de recherches sur les végétaux 108, 109, 118, 125
Institut de recherches techniques et statistiques 121, 186, 187, 188, 384, 387
Institut de recherches vétérinaires 226, 227
Institut de recherches zootechniques 115, 122, 213, 229, 231
Institut de technologie agricole 120
Institut international d'agriculture 409
Institut national de la recherche agronomique 409
Institut pour la lutte biologique de Belleville 116
Institut professionnel de la Fonction publique (IPFP) 245
Prairie Agricultural Machinery Institute 407
institutions 102, 103, 108, 109, 122
Inuvik 94, 299
Inventaire des terres du Canada 136, 137
iode 72
IPFP, voir Institut professionnel de la Fonction publique
irrigation 92, 155, 157, 169, 170, 173, 174, 178, 286, 322, 333, 340, 377, 378
  de surface 172
  goutte-à-goutte 174
  par aspersion 171, 172, 175
  par submersion 171
  par immersion 178
isotope 212
ITC, voir Inventaire des terres du Canada

jachère 48, 53, 58, 138-144, 146, 157, 175, 337, 338
  d'été 19, 158
jambon 216
juges de dégustation 387
jus 288, 289, 380
  de canneberges 381

Kamloops 38, 57, 172, 208, 209, 278, 321
Kamsack 118
kapok 70, 93
Kapuskasing 95, 144, 177, 198, 213, 214, 294, 300
Kentville 38, 72, 75, 92, 93, 121, 124, 149, 150, 153, 173, 230, 283, 285, 286, 288, 289, 293, 375-377, 379, 381, 382, 384, 385
kermès virgule 312, 314
Kingston 124
kiwi 289, 290

L'Assomption 172, 267, 298, 337
La Ferme 45, 46, 95, 300
La Pocatière 198
laboratoire
  fédéral de recherches sur les rouilles 49
  d'entomologie 41
  de pathologie végétale 281, 285
  de phytopathologie 41, 295, 297,
labour 18, 19, 33, 58, 142, 146
Lac Saint-Jean 381
Lachine 70
Lacombe 36, 40, 109, 200-202, 216, 218, 219, 245, 250, 272, 286, 375, 386, 387, 390
laine 92, 218-220, 224
lait 13, 27, 39, 68, 198, 199, 201, 213, 215, 224, 300, 320, 390, 391
  écrémé en poudre 380, 391
laiterie 32, 390
laiteron des champs 337
laitue 153, 157, 300, 368
lapins 332
Laramie 35
Leamington 365

légionnaire Bertha 261
légumes 18, 38, 50, 68, 78, 86, 91-95, 137, 156, 161, 162, 169, 183, 184, 186, 188, 300, 313, 325, 364, 365, 375, 377, 379, 383, 384, 385
légumineuses 25, 28, 33, 36, 92, 143, 144, 146, 149, 156, 188, 191, 204-206, 209, 210, 223, 224, 264, 269, 270, 275, 278, 300, 335, 357
Lemberg 85
Lennoxville 72, 90, 103, 113, 198, 204, 219, 222
lépidoptères 63
Lethbridge 14, 35, 36, 39, 40, 48, 50, 53, 57, 58, 63, 74, 75, 79, 92, 100, 103, 109, 110, 114, 123, 124, 139, 140, 142-144, 158, 169-171, 174, 177, 189, 190, 191, 198, 204, 206, 208, 209, 210, 213, 219, 220, 222, 248, 254, 258, 264, 267, 271, 272, 273, 276, 278, 283, 294, 308, 311, 320, 321, 324, 329, 331, 335, 338, 339, 340, 341, 343, 345, 357, 361, 375, 400
leucose lymphoïde 227
levure 381, 389
liège externe 152
Liegnitz 124
lilas 292, 293
lin 30, 88, 113, 132, 294-296, 338, 359, 360
  à filasse 46
  à graines 296
Lindsay 47, 90
lipides 262, 229
liquide gastrique 210
lis 290, 291
lisiers 371
Liverpool 35
livrée 59
  des forêts 22
Lloydminster 387
loam 12, 169
  argileux 142
loi 8
  Acte (aussi Loi) concernant les stations agronomiques 9, 21 26, 30, 92, 279, 390
  Acte de l'Amérique du Nord britannique (A.A.N.B.) 4
  Loi Hatch 6
  Loi Morrill 6, 7, 68
  Loi concernant les maladies contagieuses des animaux 4
  Loi des insectes destructeurs et autres fléaux 44, 51, 60, 61, 65, 75
  Loi d'instruction 401
  Loi du Kermès de San Jose 24, 325
  Loi du rétablissement agricole des Prairies (LRAP) 64
  Loi relative aux semences 281
  Loi sur la Convention concernant les oiseaux migrateurs 56
  Loi sur l'aménagement rural et le développement agricole 136
  Loi sur l'utilisation des terrains marécageux 160
  Loi sur le ministère de l'Agriculture 4
  Loi sur les épizooties 74
  Loi sur les insectes destructeurs et les ennemis des plantes 325
  Loi sur les maladies et la protection des animaux 4
  Loi sur les stations agronomiques 319
  Loi sur les stupéfiants 295
  Loi sur les viandes et conserves alimentaires 379
loisirs 136
London 11, 24, 40, 74, 79, 81, 96, 100, 109, 110, 122, 290, 313, 319, 340
lotier 208
  cornicule 272
Lunenburg 384
lutte
  biologique 313-317, 340, 341
  intégrée 116, 312, 313
luzerne 25, 36, 143, 144, 148, 150-152, 154, 155, 171, 173-177, 189, 190, 201, 205-210, 224, 252, 258, 264, 269-271, 273, 274, 277, 278, 300, 338, 343

machinerie 16, 39
Macleod 36
magnésium 145, 150, 151, 159, 190
Mahone Bay 57
maïs, voir céréale
maladie 6, 18, 43, 51, 62, 69, 70, 74, 88, 97, 143, 151, 152, 214, 220, 244, 247-249, 253, 265, 266, 282, 287, 288, 292, 295-298, 313, 316, 325, 327
  de Carré 232
  de Marek 226, 227
  du charbon 27
  du coeur brun 72
  hollandaise de l'orme liège 70
malherbologie 268, 336, 338
maltage 256
manganèse 145, 152, 155, 159, 211
Manyberries 107, 200-203, 219, 220, 222, 272, 276, 278, 309
Maple 81
marécages 176

margarine 256
maringouins 59
Markham 242
marne 26
Marquis 31, 242-244
matériau tourbeux 177
matériel 94, 107, 355
matière
  grasse 39, 196, 201
  organique 53, 384
  sèche 198
mauvaises herbes 53, 116, 139-142, 144, 156, 161, 175, 187, 219, 295, 298, 307, 313, 337-341, 356
  aquatiques 340
MCPA (voir acide 2,4-dichlorophénoxyacétique)
Meadows 333
Medicine Hat 36, 273
mégachile 273
  européenne de la luzerne 274
Melfort 38, 205, 206, 259, 272, 274, 276, 286, 291, 296
mélilot 11, 144, 158, 270, 271, 300, 329
méloes 279
  du caraganier 270
membranes chlorophylliennes 210
mercure 153
météorisation 206-211
météorisme 272
meunière 361
microbienne 161
microbiologie 69
microbiologiques 68
microbiologiste 68, 189
microflore 152, 328
micrométéorologie 123
microorganismes 146, 210
miel 44
miélaison 44
mildiou 51, 281, 282
Mile-1019 94, 106, 109, 117
milieu, voir environnement
millet 30, 241, 252
Milner 74
minéraux 204, 206, 229
ministre 4, 6-9, 11, 12, 22, 33, 35, 36, 40, 41, 43, 45, 46, 52-54, 63, 74, 85, 86, 101, 109, 115, 116, 121, 202, 255, 258, 270, 297, 401, 404, 406, 407
minoterie 28, 37, 336
mise en boîte 382
mixographe 362
mixographie 363
moisissure 277
moissonneuse-batteuse 358
moissonneuses 358, 364
molybdène 153, 155, 212
Monarch 139, 140
Moncton 381
Montréal 43, 70, 75, 122, 293, 380
Moose Jaw 257
Morden 88, 92, 186, 198, 267, 268, 283-285, 291, 294, 296, 345, 375
mosaïque 281, 288, 329, 330, 333, 336
  de l'oeillet 331
mosaïque-bigarrure 248, 331, 334
mottes de terre 139
mouche 63, 315, 320, 324
  à scie 316-318
  de l'oignon 313
  noire 322-324
  piqueuse 113
  hypoderme 319
moulin 361, 362
moustiques 324
moutarde 338
  des champs 337
  des oiseaux 337
  sauvage 337
mouton (voir aussi race) 33, 74, 204, 210-214, 218, 220-224, 229
mouture 28, 31, 123
mûres 24
  de Logan 381
muriers 25
muscles 363
musée 12, 16, 24
  British Museum 24, 405
  Musées nationaux du Canada 56
  Musée national 62
mycoplasme 333, 334, 335
mycotoxines 214, 215
myopathie 213

nanisme jaune 334
Napierville 365
Nappan 11, 16, 17, 21, 25, 40, 95, 102, 103, 149, 150, 154, 159, 160, 204, 218, 219, 228, 242, 279, 280, 294
NASA, National Aeronautical and Space Administration 368
navet 16, 151, 152, 154, 204, 278, 375, 379
nécrose 334
  réticulée 331
nectar 23
Nelson 330
nématode 298, 326, 327, 335
Nepean 11, 12
nitragin 28
nitragines 189

nitrate 147, 298
d'ammonium 146
de potassium 340
de sodium 146
Normandin 198
nourrir 6, 370
nutritif 176
nutrition 72, 145, 149, 211, 220, 231, 232
animale 92, 104, 122, 271
nutritionniste 104, 213, 260
nymphes 73

OCDE, voir Organisation de coopération et de développement économiques
oeufs 28-29, 50, 68, 73, 215, 224, 226-228, 231, 308, 310, 316, 318-319, 387, 388
congelés 388, 389
oies 29
oignon 313, 378
Olds 90
oligo-élément 211, 213
Oliver 331
Ontario Grape Growers' Marketing Board 334
opalescent (voir jus) 381
ordinateur 137, 363
organique 139, 143-147, 149, 153, 154, 156, 161, 162, 171, 307, 329
organisation 406
Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture 86, 409
Organisation des Nations Unies 409
Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) 406, 407, 408
Organisation mondiale de la santé 378
organismes 188
orge, voir céréale
ornementale 18, 336
Ottawa 8, 9, 11-14, 17, 21, 26, 36-38, 40, 46, 48, 49, 51, 56, 57, 60, 63, 67, 68, 71, 72, 75, 77-80, 82, 87-90, 92, 93, 96, 97, 99, 101, 103, 105-107, 109, 110, 113-120, 122-124, 136, 140, 143, 144, 148, 150, 151, 176, 190, 198, 204, 213, 219-221, 224, 226, 228, 229, 243, 248, 250-256, 262, 263, 265, 267, 272, 275, 277, 280, 284, 288, 290, 291, 293-297, 316, 337-339, 343, 344, 358, 359, 368, 375, 379, 400, 406, 409
ovins 38, 187
reproducteurs 219
oxyde
d'arsenic 27
de calcium 388
oxygène 375, 376, 383
Oyen 122

paille 156, 188, 328, 337, 405
paillis 95, 156
pain 255, 355, 362
panifiable 245
panification 28
papillons 56, 63
parasite 6, 59, 60, 73, 77, 221, 223, 226, 232, 233, 309, 313-315, 317-319, 334, 340
parcours 271
parcs d'engraissement 187, 204, 206-209, 211, 225
Parlement 4, 5, 6, 8, 9, 13, 21, 62, 67, 101
parlementaire 8
pasmo 295
pasteurisation 381
pâte 362, 388
alimentaire 245
pathologie 81, 101
vétérinaire 66
pathologiste 51, 74, 78, 232, 260
forestier 70
vétérinaire 51
pâtisserie 246, 247, 248, 256
pâturage 8, 18, 33, 95, 146, 160, 202, 205, 208, 275, 277
pâturin 176
pâturin des prés 277
peaux 320, 363
pêchers 152, 286, 326, 327, 343
transplantation 326
pêches 24, 326, 342, 345, 382
pédologie 110, 138, 140
pédologique 88, 95, 137, 138, 355
pédologue 90, 140
pelouse 23, 277
Pemberton 330, 332
Pendleton 119
pénicilline 207
Penticton 331, 379
pépinières forestières 90
perceur du thuja 59
pergélisol 191
Perth 400
pesticides 79, 100
Peterborough 90, 242
Petit Lac de l'Esclave 38
petits pois 33
pétrole 186
PFRA 175
phéromone 312

phosphate 12
d'ammonium 149
phosphore 143-146, 148-151, 154, 159, 161, 171, 175, 205
photographies aériennes 137
phytogénéticiens 230, 284, 287
phytogénétique 99, 115, 241
phytopathogène 332, 333
phytopathologie 38, 47, 66, 70, 71, 77, 78, 80, 88, 100, 102, 360
phytopathologiste 67, 75, 79, 82, 104, 241, 244, 245, 249, 268, 271, 282, 296, 328, 329, 330, 355, 357
forestier 80
phytophysiologie 96
piège 312
pierre à lécher 214
piétin 254, 266, 327, 328
fusarien 215
piétin-verse 244, 329
pin 22
argenté 59
pissenlit 69, 93
plantains 339
plante 82, 88, 96, 97, 100, 108, 144, 147, 149, 151, 153-156, 158, 161, 170, 184, 186, 188, 190, 251, 320, 321
céréalière 195, 197
fourragère 65, 66, 83, 161, 405
ornementale 91, 290, 364
plants 94, 289, 295, 297, 325, 342, 356, 366
plomb 145, 153
poils 363
poires 24, 25, 331, 375, 388
poirier 40, 156, 284, 285, 331, 342
pois 87, 119, 143, 190, 204, 332, 384, 388
poissons 323, 324
pollinisation 273, 274, 294
polluants 153, 155
pomiculteurs 25, 315
pomiculture 315
pomme 24, 25, 27, 31, 38, 43, 51, 75, 87, 96, 143, 151, 152, 280, 281, 288, 294, 325, 330, 332, 335, 336, 343, 363, 367, 375-380, 382, 386, 387
pomme de terre 15, 36, 51, 143, 148-150, 154, 161, 171, 172, 279, 282, 283, 299, 300, 324, 325, 329, 331-333, 336, 375
pomme de terre instantanée 380
pommetiers 284, 285, 294
pommetiers roses 293
pommier 25, 27, 38, 40, 147, 152, 284, 286, 287, 311, 314, 342, 377
hybride 285
pomologiste 333
pondeuses 28
porc (voir aussi race) 16, 17, 33, 38, 50, 74, 117, 195, 212, 216-218, 227, 260, 300, 386
porcherie 32
porcin 251, 370
Port Arthur 87
Port Perry 73, 90
Portage la Prairie 88, 113, 295
potasse 16, 146, 159, 281
potassium 145, 148, 150, 151, 154, 161, 327
poulailler 28, 29
poules 225, 228, 231
poulets 29, 195, 330, 332, 388
à griller 229, 230
pourridié noir 297
pourriture des racines 326
Prairies 139, 140-143, 146, 175, 199, 201, 219, 220, 243, 245, 246, 249, 250, 257-259, 261, 267, 268, 283, 295, 296, 308, 309, 339, 341, 405
prédateurs 59, 60, 220, 223, 313, 314, 315
Prescott 39
Prince Albert 323
Prince George 97, 109, 198
prix 389
Food Processing Award 385
Industrial Achievement Award 385
Institut John Innes 287
Institut professionnel de la Fonction publique du Canada 244
Member of the British Empire 140
Ordre du Canada 71, 244
Nobel de la paix 76
prime au mérite de la Commission de la Fonction publique 218, 227, 267, 315, 332, 410
Producteurs de bovins du Canada 400
production
agricole 95
alimentaire 97
animale 95
laitière 50, 203, 390
Programme canadien de contrôle des aptitudes (PCA) 386
programme informatisé 174
prospecteurs 137
prospection 88, 133
pédologique 90
protéine 150, 189, 195, 199, 201, 207, 208, 213, 228, 230, 234, 246, 262, 263, 368, 391, 392
unicellulaire 187
prunes 24, 382
pruniers 40, 284, 285

ptine velu 73
puceron lanigère 314
puceron vert 332
pulvérisateur 366, 367
pulvérisation 55, 59, 138, 150-152, 266, 308, 311-315, 318-320, 322, 333
punaise de la pomme 314
purin 187
pyrale
  de la pomme 22, 27, 311, 312, 314, 315
  du maïs 56, 57, 266

Québec 7, 39, 70, 100, 120, 122, 241, 380

race 6, 15, 28, 29, 31, 32, 38, 39, 50, 195, 198-200, 202, 204, 218, 220-222, 224, 225, 246, 296, 325
  bovins
    Angus 201-203
      Polled 195
    Ayrshire 195, 198
    Braham 201
    Canadienne 38, 195
    Charolais 201-203
    Guernsey 198
    Hereford 200-203
    Highland 201
    Holstein 11, 195, 198
    Jersey 195, 198
    Limousin 202
    Maine Anjou 202
    Shorthorn 14, 195, 200-202
    Simmental 202, 203
    Suisse brune 202
  chevaux
    Canadien 39
    Canadien français 38
  volaille 204
    Plymouth Rock 29, 224, 225, 228
    Brahma 29, 224
    Leghorn 225
      White 29, 226-228
  moutons
    Cheviot North Country 221
    Dorset 222
      Shorthorn 223
    Finish-Landrace 222, 223
    Hampshire 221
    Leicester 218, 219, 221, 222
    Rambouillet 219-222
    Romnelet 219
    Romney-Marsh 219
    Shropshire 218, 219
    Suffolk 222
  porcs
    Berkshire 216, 217
    Chester 216, 217
    Danish Landrace 216, 217
    Lacombe 216, 217
    Yorkshire 216, 217
racines 31, 32, 157, 287, 326, 327, 328, 363
radiculaires 33
radis 153, 157
raisin 24, 334, 381, 382
rations 228, 229, 233
rats musqués 234
ravageur 56, 62, 66, 73, 116, 311, 313, 316
ray-grass annuel 279
Raymond 39
rebuts 186
récolte 8, 14, 16, 30, 31, 40, 53, 57, 117, 142, 146, 170, 266, 309, 343, 368
récolteuse 366
récompenses 15
Red Deer 36
Red Fife 242
réfrigération 188, 361, 380
régime 228, 230
  alimentaire 196, 212
Regina 85, 109, 116, 140, 245, 246, 258, 337, 339
régionalisation 120
Relevé canadien des insectes forestiers 60
relevés pédologiques 136
renard 74, 233
renard argenté 232
renouée liseron 337
réorganisation 64, 65, 67, 101-103, 105, 119, 122
repousses 12
répression biologique 100
reproducteur 216, 218, 220
reproduction 195
répulsifs 324
réseaux d'égouts 187
résidence 12
résidus 145, 187, 188, 213, 309
  agricoles 181
résistance 172, 248, 343-345
  au cèphe du blé 245
  au froid 200, 201
  à la rouille 243
rhizobium 188, 189
rhizosphère 190, 191
rhododendrons 293
ribavirine 336
rideau thermique 185
Ridgetown 265
rigoles 169, 171
rivière Rouge 3
Rivière-de-la-Paix 274
riz 190, 241, 251

Rodney 389
Rolltherm, cuiseur-refroidisseur 385
rosiers 291, 292
  grimpants 292
Rosthern 37, 40, 48, 138
Rosthern (blé) 39
rotation 8, 143, 144, 153, 171, 177, 328, 338
roténone 320
Rothamsted 6, 143, 355
roues 364
rouille 18, 45, 49, 83, 88, 92, 99, 117, 242, 243, 244, 249, 253, 295, 296
  couronnée 249
  de la tige 49, 243-246, 249, 253
  des feuilles 245, 246, 249
Rouleau 115
rucher 22, 44
ruches 27, 274
rumen 210, 211
ruminants 204, 223, 268, 270
rustique 291-294
rutabaga 72, 204, 340
ryania 312

Saanichton 50, 51, 72, 74, 75, 156, 157, 184, 285, 289, 293, 330, 335, 359, 381
sable 26
sainfoin 208, 272
Saint-Césaire 33, 34, 297
Saint-Charles de Caplan 109
Saint-Hilaire 378
Saint-Hyacinthe 120, 378
Saint-Jacques 33, 297
Saint-Jean 35, 81, 114, 119, 123, 124, 149, 161, 266, 267, 311, 363-365, 368, 399
Saint-Jean ouest 95, 121, 161, 325
Saint-Joachim 39
Sainte-Adèle 258
Sainte-Anne-de-Bellevue 23, 44, 51, 58, 63, 67, 96
Sainte-Anne-de-la-Pocatière 7, 51, 75, 144, 154, 197, 204, 252, 295
Sainte-Brigide 87
Sainte-Clothilde 88, 122
Sainte-Foy 189, 252, 255, 269, 278
Sainte-Marthe 33
salines 157
salinisation 158, 170
salinité 138, 157, 158, 177
salive toxique 322
Salmon Arm 40
Salt Lake City 39
sapin 319
  de Douglas 318
Saskatoon 37, 38, 57, 58, 67, 75, 81, 86, 100, 120, 123, 209, 210, 258, 269, 272, 273, 275, 276, 295, 308, 323, 327, 361
Sault-Sainte-Marie 80, 81
saumure 383
sauterelle 3, 57, 58, 73, 91, 97, 307-309
scarabées 63
sciure de bois 156, 157, 188, 307
scolytes 318
  birayés 317
  de l'écorce 55, 70
Scott 40, 48, 53, 93, 109, 138, 200, 201, 217, 219, 245, 283, 286, 357
SCPBA (Service canadien des plans de bâtiments agricoles) 369
sécheresse 18, 48, 50, 53, 57, 91, 136, 138, 141, 142, 169, 245, 246, 271, 309, 337
séchoirs à tabac 28
sel 72, 146, 158, 175, 177
sélectionneurs 311
sélénium 153, 212-214
Selkirk 123, 247
semence 5, 6, 9, 12, 14-16, 18, 30, 32, 36, 37, 44, 51, 75, 93, 190, 197, 198, 234, 242, 253, 255, 257, 258, 263, 269, 271, 273, 274, 277, 279, 289, 280, 329, 332, 335, 355
semi-arides 246
semis 18, 117, 356-359, 364, 365
  à cône 357
  à courroie 356
semoule 246
séneçon jacobée 341
septoriose 249
sérologie 330
serre 38, 157, 183, 185, 289, 293, 294, 343, 360
service
  Alberta Fish and Wildlife Service 324
  Bureau de recherche agricole 100
  Service canadien de météorologie 409
  Service de certification des pommes de terre de semence 329
  Service de chimie 213
  Service de foresterie 25
  Service de la commercialisation 380
  Service de la conservation de l'environment 122
  Service de la mise en marché 65, 66
  Service de la production 65, 74, 99
  Service de recherches 100
  Service de la recherche statistique 118
  Service de recherches en génie 121
  Service de recherches statistiques 80, 121

Service de recherches sur les plantes ornementales 118
Service de recherches techniques 121
Service des fermes expérimentales 61, 64, 65, 67, 69, 71, 72, 75, 76, 78, 79, 82, 83, 86, 90, 95, 96, 97, 99, 103, 105, 324
Service d'information scientifique 115
Service d'inspection des végétaux 61
Service des plans du Canada 369, 370
Service des recherches techniques 343, 380, 387, 388, 389
Service des sciences 64-69, 71, 72, 74-76, 78, 79, 81, 82, 93, 95-97, 99-103, 108, 109, 113, 114, 119, 141, 148, 226, 311, 316, 320, 332, 388, 406
Service de vulgarisation de l'Alberta 173
silicate de sodium 388
Simcoe 366, 380, 388
Sinox 338
Smithers 97, 109
Smithfield 88, 173, 365, 378
société (voir aussi compagnie) 7
ABCO (Atlantic Bridge Company) 384
ABCO Ltd. 385
Alberta Railway and Irrigation Company 35, 36
American Association of Economic Entomologists 56
American Society for the Advancement of Science 11
American Society of Agronomy 26
Association des producteurs de fruits de la Colombie-Britannique 18
British Agricultural Research Council 99
British Association for the Advancement of Science 25
Canadian Society for Horticultural Science 287
Canadien Pacifique 36, 169, 170
Canners Machinery Limited 388
Centre de recherches zootechniques 392
Chelsea Club 12
Club Silk Worm 115
Compagnie de la Baie d'Hudson 37
Diversified Research Laboratories 378
Énergie Atomique du Canada 378
Entomological Society of Ontario 55, 56
Flax Spinning Company 46
Food Machinery Corporation (FMC) 385
International Lilac Society 293
M.W. Graves Company 384
Massachusetts Horticultural Society 290
Ordre de l'Empire britannique 26
Ottawa Field-Naturalists Club 23
Prairie Vegetable Oils Ltd. 257
Royal Horticultural Society 290, 292
Royal Society 71
Société Ford 85
Société canadienne des brevets et d'exploitation Ltée 385, 389
Société d'entomologie de l'Ontario 23
Société d'entomologie du Canada 11, 22, 81
Société royale du Canada 11, 23, 26, 71, 99
Société d'amélioration des pratiques agricoles 400
soja 30, 93, 257, 261-264, 267, 388, 392
sol(s) 4, 12, 14, 16, 17, 18, 26, 27, 28, 30, 47, 51, 53, 68, 69, 71, 72, 87, 90-92, 100, 102, 122, 135-140, 147, 149, 150-162, 169-174, 184, 185, 188-190, 212, 213, 233, 250, 266, 269, 273, 276, 278, 295, 298, 300, 308, 309, 325, 326, 328, 338, 339, 356, 371, 363-365
acide 253
argileux 177
glaiseux 176
minéraux 150, 161, 162
aride 173
organique 211
tourbeux 160, 161, 162
son 307, 309, 362
sorgho 33, 241
soufre 145, 148, 151, 155, 212, 259, 312
Souris 310
sous-ministre 9, 22, 43, 46, 49, 53, 63, 64, 65, 75, 77, 80, 85, 95, 99, 101, 102, 105, 106, 107, 108, 115, 119, 120-123, 253, 297, 369, 399, 401, 402, 406, 407
SPC, voir Service des plans du Canada
spécialiste 297
spectrophotomètre 367
spongieuse 59
St. Catharines 297, 329, 330, 331, 334
stations de démonstration 85, 87, 103, 145, 151, 156, 233
Statistique Canada 132
statistiques 4, 6, 30, 96, 355
Stavely 278
stèle rouge 287, 332
Stratford 118
Strathroy 57
strontium 108
submersion 169
suintement 175

sulfate 281
de calcium 157, 170
de cuivre 27, 337, 338
de fer 337
de magnésium (sel d'Epsom) 157
de potassium 157
de sodium (sel de Glauber) 157, 170
Summerland 51, 72, 92, 93, 114, 124, 146, 148, 151, 152, 169, 172, 174, 176, 207-209, 211, 285, 286, 288, 291, 312, 315, 329-331, 333, 335, 336, 343, 366, 375, 376, 379, 380, 382-385
Summerside 109, 233
Sutherland 90, 109
Svedberg 207
Swift Current 48, 49, 50, 53, 58, 79, 85, 86, 88, 92, 100, 120, 123, 124, 138-141, 144-149, 158, 169, 171, 173-175, 208, 229, 245, 246, 254, 271, 272, 276, 310, 311, 328, 339, 356, 357, 358, 363, 364, 369
sylviculteurs 101, 105, 137
système de production 221, 222

tabac 34, 47, 150, 151, 172, 286, 297, 299, 329, 360
jaune 297, 298
Tableau 114, 115
tache annulaire nécrotique 334, 335
aréolée 249
foliaire 277
noire 291
grise 152
tartes aux fruits 382
taupin 279
tavelure du pommier 24
taxonomie 82, 118, 137, 308, 338
télédétection 367
teneur en fer 214
teneur protéique 198
tenthrède 55, 57
du mélèze 59
européenne de l'épinette 316, 317
terre(s) 8, 27, 35, 36, 144, 157, 158, 309, 333
aride 92
endiguées 154, 159
noire 153
thé 291
Thunder Bay 87
tige 262
tige creuse 310
tige pleine 310, 311
Tilley 169
tissus adipeux 309
toile 46
tomate 151, 157, 186, 340, 344
topinambour 186
topographes 192, 367
tordeuses 319
des bourgeons de l'épinette 59, 318
Toronto 23, 26, 31, 56, 124, 380
tourbe 157, 162, 191
tournesol 32, 52, 93, 171
tourteau 32, 259, 260, 264
de colza 260
de graines oléagineuses 228
de lin 196
de soja 196, 228, 230, 234, 251, 260
toxicologistes 260
toxigènes 216
toxine 215, 322, 326
toxique 321, 322, 344
tranchées 160
Treesbank 57, 58, 307, 308, 338
trèfle 33, 44, 146, 189, 207, 208, 264, 269, 337
blanc 277
d'Alsike 272, 278
hybride 25
rouge 28, 144, 189, 272, 273
rouge géant 25
treilles 25
trembles 205
Triangle Palliser 253
trituration 296
trophée 290
troupeau 196, 218
Truro 13
tubercule 15, 16, 148-150, 153, 280-282, 325, 331, 335
tuberculine 28
tuyaux 160
tyria 341

université 67, 88, 90, 92, 100, 106, 117, 142, 275, 377, 404
Cambridge 48
Collège d'agriculture 409
Collège d'agriculture de Guelph 27, 63
Collège d'agriculture de l'Ontario 6, 32, 33, 37, 38, 47, 57, 68, 72, 85, 89, 90, 108, 125, 135, 152, 247, 252, 404
Collège d'agriculture de Nouvelle-Écosse 47
Collège d'agriculture de Winnipeg 49
Collège d'agriculture de l'État du Montana 58
Collège de foresterie de l'État de New York 59
Collège de l'État de l'Iowa 33

Collège impérial d'agriculture de Tokyo 23
Collège Macdonald 23, 33, 44, 45, 58, 63, 67, 86, 109, 113, 114, 120, 122, 379
Collège vétérinaire de l'Ontario 7, 402
École d'agriculture de Vermilion 47
École d'agriculture d'Oka 120
École de gestion des entreprises de Harvard 125
Iowa State College 48
Massachusetts Institute of Technology 381
Michigan State College 90
Montana State College 63
South Dakota State College 89
Trinity College 22
Université Acadia 25, 47, 377
Université Cambridge 197
Université Carleton 113, 190, 215
Université Cornell 25, 47, 58, 72, 122
Université Harvard 71
Université Laval 7, 33, 63, 255
Université McGill 4, 6, 72, 81, 87, 113, 122, 215
Université Northwestern 6
Université Queens 23, 56, 62, 74
Université Saint-Mary 377
Université Western Ontario 74, 79
Université d'Aberdeen 72
Université d'Alberta 75, 91, 154
Université d'Edinburgh 74
Université d'Illinois 57
Université de Bristol 86
Université de Calgary 210
Université de Guelph 162, 215, 298, 402, 404
Université de Londres 117
Université de Manchester 24, 55
Université de Montréal 119
Université de Pretoria 125
Université de Reading 124
Université de Saskatchewan 75, 76, 82, 88, 215, 223
Université de Stuttgart-Hohenheim 124
Université de Toronto 7, 26, 47, 59, 72, 85, 119, 123
Université de Waterloo 185
Université de Western Ontario 119
Université de l'Alberta 51, 89, 109, 120, 216, 285, 324, 404
Université de l'Illinois 38
Université de la Californie 335
Université de la Colombie-Britannique 50, 51, 184, 332, 404
Université de la Saskatchewan 89, 92, 99, 221, 270, 275, 276, 285, 295, 404, 405
Université de Californie 89
Université du Iowa 89
Université du Kansas 119
Université du Manitoba 80, 85, 88, 89, 91, 92, 115, 122, 123, 187, 253, 257, 260, 404
Université du Michigan 122
Université du Minnesota 49, 63, 71, 75, 82, 86, 91, 99, 108, 115, 123, 243, 244
Université du Nebraska 120
Université du Nouveau-Brunswick 81
Université du Québec 185, 215
Université du Wisconsin 90, 122, 123, 270, 333
Université du Wyoming 35
urbanistes 137
urée 340

vache 11, 16, 33
  laitière 109, 195, 199, 206, 207, 320
vacherie 15
valeur nutritive 187
Valleyfield 96
vallons 159
Vancouver 51, 75, 100, 121, 123, 124, 287, 333, 334, 335, 383
Vankleek Hill 63
vannage 359
Vauxhall 172
vecteurs 317, 332
végétation 156
vent 139
ver fil-de-fer 55, 57, 58, 82
  à dos rouge 58
  orthogonal 57, 58
verger 22, 55, 143, 147, 148, 157, 173, 311, 314, 315, 326, 327, 335, 343, 366, 367
Vermilion 90
Vernon 57
vers gris 55
verse 249, 252
vert de Scheele 27
vert de Schweinfurt 311
vesce 208
vétérinaires 104, 110, 213
viande 50, 215, 217, 219, 222, 228, 234, 300, 320, 375, 386, 387, 388
Victoria 81, 105, 111, 289
vigne 367
vin 288, 380-382

Vineland 57, 88, 103, 121, 334, 403, 404
Virden 275
virologistes 287, 330, 331, 332
viroses 286, 330
virus 80, 226, 227, 288, 298, 307, 317, 329, 330, 333, 334, 336
visons 234
vitamine 72, 108, 206, 211-214, 228, 233, 234, 289, 381, 384, 385
vivaces 294
volaille (voir aussi race) 28, 31, 50, 72, 74, 97, 202, 222, 224-228, 230, 251, 300, 370, 378
  à rôtir 230
vulgarisation 308, 401, 403

Wabowden 109
Washington (D.C.) 99, 136, 408
Watrous 76
White Horse 36
Winnipeg 11, 51, 63, 67, 71, 74, 75, 79, 86, 91, 92, 96, 99, 100, 105-108, 110, 115-117, 121, 123, 215, 243, 244-247, 249, 251, 254, 255, 256, 295, 334, 355, 357-359, 361, 377

Yarmouth 47, 86
Yellowknife 94

zinc 145, 153, 298, 391
zone pédologique 47
zoologie 71
zoologique 101
zoologiste 24
zootechnie 63, 65, 96, 99, 103, 110
zootechniques 363

1886–1986